



ESOG

Einleitung des von Straßen abfließenden Oberflächenwassers in Gewässer

– Abschlussbericht –

Aktenzeichen
IV – 9 – 042 252

Im Auftrag des Ministeriums für
Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen

November 2006

Fachbereich Bauingenieurwesen
Prof. Dr.-Ing. M. Uhl
Corrensstraße 25
48149 Münster

WW
Labor für
Wasserbau und
Wasserwirtschaft

Bearbeiterkonsortium

Prof. Dr.-Ing. M. Uhl (Projektleitung)
Dipl.-Ing. (FH) C. Schröder
Fachhochschule Münster

Dr.-Ing. R. Adams
Beratender Ingenieur, Lippstadt

Dr.-Ing. R.W. Harms
Dr.-Ing. F. Schneider
Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover

Dr.-Ing. D. Grotehusmann
Dr.-Ing. U. Kasting
Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, Hannover

Prof. Dr.-Ing. G. Lange
Ingenieurdienst Nord, Oyten

Münster, 21.11.2006

Ort, Datum

Prof. Dr.-Ing. M. Uhl, Projektleiter

Projektbegleitender Arbeitskreis

Dr.-Ing. V. Mertsch
MUNLV NRW

Dipl.-Ing. H.-J. Ruß
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Dipl.-Ing. A. Schmidt
Bezirksregierung Köln

Dipl.-Ing. B. Schumacher
Bezirksregierung Detmold

Dipl.-Ing. K. Diefenthal
Dipl.-Ing. I. Kolks
Dipl.-Ing. M. Obertriffter
Dipl.-Ing. C. Querdel
Landesbetrieb Straßenbau NRW

Inhaltsverzeichnis

1	Gewässerbelastung durch Niederschlagsabflüsse von Straßen	1
1.1	Flächen und Nutzung von Straßen	1
1.1.1	Flächenstatistik	1
1.1.2	Verkehrsstatistik	2
1.2	Charakteristik der Niederschlagsabflüsse von Straßen	3
1.2.1	Abflüsse	3
1.2.2	Stoffkonzentrationen	3
1.2.3	Stofffrachten	5
1.3	Auswirkungen von Straßenabflüssen in Gewässern	9
1.3.1	Auswirkungen in Fließgewässern	9
1.3.2	Auswirkungen im Boden und Grundwasser	11
2	Behandlung und Rückhaltung des Niederschlagsabflusses	14
2.1	Allgemeine Regelungen	14
2.1.1	Grundsätze	14
2.1.2	Unzulässigkeit der Versickerung oder Einleitung von Straßenabflüssen	15
2.1.2.1	Versickerung in den Untergrund	15
2.1.2.2	Einleitung in Oberflächengewässer	16
2.1.3	Besonders schutzwürdige Einzugsgebiete und Gewässer (immissionsbezogene Anforderungen)	16
2.2	Behandlung des Niederschlagsabflusses	17
2.2.1	Behandlungsbedürftigkeit	17
2.2.2	Behandlungsmaßnahmen	19
2.2.3	Entscheidungshilfe zur Auswahl von Behandlungsmaßnahmen	21
2.2.4	Emissionsanforderungen	27
2.3	Rückhaltung des Niederschlagsabflusses	27
2.3.1	Erfordernis der Rückhaltung	27
2.3.2	Maßnahmen zur Rückhaltung	28
2.4	Immissionsnachweis	30
2.4.1	Grundsatz	30
2.4.2	Vorgehensweise bei der Immissionsbetrachtung	30
2.4.2.1	Einleitungen innerhalb geschlossener Siedlungsgebiete	30
2.4.2.2	Einleitungen außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten	31
2.4.3	Ausnahmen von der immissionsorientierten Nachweisführung	31
2.4.3.1	Bagatellgrenzen	31
2.4.3.2	Nachweis als Einzeleinleitung	31
3	Gewässerbezogene Planungsmethodik	34
3.1	Grundzüge der Planungsmethodik	34
3.2	Organisation und Durchführung	38
3.2.1	Träger der Untersuchungen	38

3.2.2	Grundlagenermittlung und Durchführung der stofflichen und hydraulischen Betrachtungen	38
3.2.3	Gewässerbegehung	41
3.2.4	Beurteilung des Gewässers	41
3.2.5	Festlegung des Handlungsbedarfes für das Gesamteinzugsgebiet	42
3.2.6	Wahl der Maßnahmen und Anlagen	42
3.2.7	Darstellung von Unterlagen und Ergebnissen	43
3.2.8	Stufenweise Umsetzung der geplanten Maßnahmen und Anlagen	44
3.3	Betrachtungen zum Planungsaufwand	44
4	Anlagen zur Versickerung, Behandlung und Rückhaltung	45
4.1	Großflächige Versickerung (VA1)	45
4.2	Versickerungsgraben/-mulde (VA2)	49
4.3	Mulden-Rigolen-Element (VA3)	53
4.4	Versickerungsbecken (VA4)	56
4.5	Durchlässige Oberflächenbefestigung (VA5)	61
4.6	Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben mit Absetzfunktion (A1)	64
4.7	Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben ohne Absetzfunktion (A2)	67
4.8	Mulden-Rigolen-System (A3)	69
4.9	Durchlässige Oberflächenbefestigung mit Ableitung (A4)	73
4.10	Abscheideanlage nach RiStWag (AL1)	75
4.11	Abscheideanlage nach RiStWag mit optimiertem Zulauf (AL2)	78
4.12	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss (RKBoD1)	82
4.13	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit ständigem Drosselabfluss (RKBoD2)	86
4.14	Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD)	88
4.15	Retentionsbodenfilter (RBF)	92
4.16	Bodenfilterfläche/-strecke (BF)	96
5	Betrieb und Unterhaltung	100
5.1	Betriebsanleitung	100
5.2	Regelmäßige Überprüfung und Unterhaltung	100
5.2.1	Überprüfung	100
5.2.2	Unterhaltungsmaßnahmen	102
5.3	Außerplanmäßige Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen	104
5.4	Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Behandlungsanlagen	104
5.4.1	Unbefestigte Versickerungsfläche / Böschung (VA1, A1, A2)	105
5.4.2	Versickerungsgraben / Mulden von Mulden-Rigolen-Elementen und – Systemen (VA2, VA3, A3)	106
5.4.3	Versickerungsbecken (VA4) (Absetzbecken vgl. 5.4.7)	107

5.4.4	Rigolen/Rohrrigolen von Mulden-Rigolen-Elementen und -Systemen (VA3, A3)	109
5.4.5	Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Abscheideanlagen nach RiStWag (AL1, AL2)	110
5.4.6	Regenklärbecken (RKBoD1, RKBoD2, RKBmD)	112
5.4.7	Absetzbecken vor Versickerbecken (VA4)	114
5.4.8	Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Retentionsbodenfilteranlagen (RBF)	116
5.5	Vorsorgestrategien für Unfälle	123
6	Literatur	125
Verzeichnis der Anhänge		
A 1.1	Stoffliche Belastung der Verkehrsflächenabflüsse	127
A 1.1.1	Relevante Schadstoffe in Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen	127
A 1.1.2	Stoffkonzentrationen in Verkehrsflächenabflüssen	130
A 1.1.2.1	Allgemeines	130
A 1.1.2.2	Datengrundlage	130
A 1.1.2.3	Mittlere Konzentrationen ausgewählter Parameter	131
A 1.1.2.4	Ereignisabhängigkeit der stofflichen Belastung	133
A 1.1.2.5	Abhängigkeit der Konzentration von der Verkehrsbelastung	135
A 1.1.2.6	Gelöste und partikuläre Anteile	137
A 1.2	Emissionsinventar Straßenabflüsse	139
A 1.2.1	Datengrundlage	139
A 1.2.2	Flächenstatistik	141
A 1.2.2	Verkehrsstatistik	144
A 1.2.4	Bilanzierungsmethode	145
A 1.2.4.1	Ermittlung der befestigten Straßenfläche	145
A 1.2.4.2	Mittlerer Jahresabflussbeiwert	145
A 1.2.4.3	Jahresgebietsniederschlag	147
A 1.2.4.4	Ermittlung des von Straßenoberflächen abfließenden Niederschlagswasservolumens	147
A 1.2.4.5	Inhaltsstoffe in Niederschlagsabflüssen von Straßen	147
A 1.2.4.6	Berechnung der Stofffracht von Straßen	148
A 1.2.5	Stofffrachten im Niederschlagsabfluss von klassifizierten Straßen	148
A 1.3	Auswirkungen von Straßenabflüssen auf Oberflächengewässer	158
A 1.3.1	Akute und verzögerte Wirkungen	158
A 1.3.2	Langzeitwirkungen	160
A 1.4	Auswirkungen im Grundwasser	164
A 1.5	Literatur	168
A 3	Anwendungsbeispiele für die stoffliche und hydraulische Betrachtung	173
A 3.1	Untersuchungsgebiet Wahnbach	174
A 3.1.1	Einzugsgebiet	174
A 3.1.2	Ergebnisse stoffliche Prüfung	176

A 3.1.3	Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung	178
A 3.1.4	Sanierungsbedarf	180
A 3.2	Untersuchungsgebiet Nette	181
A 3.2.1	Einzugsgebiet	181
A 3.2.2	Ergebnisse der stofflichen Betrachtung	183
A 3.2.3	Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung	185
A 3.2.4	Sanierungsbedarf	186
A 3.3	Wahl der Maßnahmen - Beispiele	187
A 3.3.1	Beispiel 1: Einleitung in Quellbereich (5109 1090, EZG Wahnbach)	187
A 3.3.2	Beispiel 2: Einleitung direkt ins Gewässer (460305 190, EZG Nette)	189
A 4.1	Beispiele gebauter Anlagen	192
A 4.1.1	Versickerungsmulden - AK Köln-West	192
A 4.1.2	Versickerungsgraben mit Querriegel – Holzmühlheim	194
A 4.1.3	Versickerungsgraben mit Querriegeln - A4 bei Aachen	196
A 4.1.4	Versickerungsgraben mit Querriegeln - Petershagen L770n	198
A 4.1.5	Versickerungsgraben mit Rigole – Euskirchen B266/B477	200
A 4.1.6	Versickerungsbecken – Köln-Bocklemünd	202
A 4.1.7	Versickerungsbecken – Köln-Pesch A57	204
A 4.1.8	Versickerungsbecken – Köln-Lövenich A1	206
A 4.1.9	Versickerungsbecken – Köln-West A4/A1	208
A 4.1.10	Versickerungsbecken – Köln A4	210
A 4.1.11	Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A4 „Westhover Weg“	212
A 4.1.12	Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A46 „Rumbeck“	214
A 4.1.13	Bodenfilterfläche BAB A3 „km 28“	216
A 4.1.14	Retentionsbodenfilter B3	218
A 4.1.15	Regenrückhaltebecken, BAB A59 „Maarhäuser Weg“	220
A 4.2	Besondere Hinweise zur Bemessung von Versickerungsanlagen	222
A 4.2.1	Berechnung der Abflüsse	222
A 4.2.2	Dimensionierung von Entwässerungsanlagen	223
A 4.2.3	Nachweis der Regenwasserbehandlung gemäß VA1	223
A 4.2.4	Bemessungsbeispiele	224
CD	Bearbeitung der Projektbeispiele Wahnbach und Nette zur Erstellung der Planungsmethodik	

Einleitung

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EG-WRRL) stellt die Wasserwirtschaft im europäischen Raum auf eine gemeinsame politische und administrative Basis. Ziel ist der gute ökologische und chemische Zustand der oberirdischen Gewässer und der gute chemische Zustand der unterirdischen Gewässer unter Beachtung ökonomischer Kriterien. In der Bundesrepublik Deutschland obliegt es insbesondere den Bundesländern, die Ziele und Fristen der EG-WRRL im wasserrechtlichen Vollzug umzusetzen.

Die geforderte Bestandsaufnahme der Gewässerzustände und –belastungen wurde 2005 abgeschlossen und offenbarte, dass Niederschlagsabflüsse aus der Stadt- und Straßenentwässerung in erheblicher Größenordnung zur hydraulischen und stofflichen Belastung der Gewässer beitragen.

Die als klassifizierte Straßen geführten Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen nehmen demnach etwa 7,4 % der befestigten und abflusswirksamen Fläche bzw. 0,8 % der Landesfläche von rund 3,4 Millionen Hektar ein. Rund 70 % der klassifizierten Straßen werden außerhalb von Ortslagen geführt und entwässert. Der Rest verläuft innerhalb von Ortslagen und wird teilweise gemeinsam über das kommunale Entwässerungssystem entwässert.

Niederschlagsabflüsse von Straßen fließen schnell und weitgehend vollständig ab. Auf der Straßenoberfläche angesammelte Stoffe werden vom Niederschlagsabfluss aufgenommen und abtransportiert. Im Abfluss treten nennenswerte Konzentrationen partikulärer, gelöster und feinpartikulär gebundener Stoffe ab, die eine Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächenwasser darstellen können. Als Parameter sind abfiltrierbare Stoffe (AFS), chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), gesamter organ. gebundener Kohlenstoff (TOC), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Zink (Zn), Palladium (Pd), Platin (Pt), Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE) sowie bei Winterdienst Chlorid zu nennen.

Niederschlagsabflüsse von Straßen stellen vom Grundsatz her eine Belastung des Wasserhaushaltes dar, die abhängig von der Menge und Güte des Abflusses eine Gefährdung des aufnehmenden ober- oder unterirdischen Gewässers und seiner Nutzungen darstellen kann. Besonders bedeutsam sind in kurzer Zeit eingeleitete hohe Abflussspitzen sowie über lange Zeit abgespülte Stofffrachten. In oberirdischen Gewässern sind Abflussregime, Morphologie, Gewässergüte und Biozönose durch die Einleitung von Straßenabflüssen betroffen. Dabei sind akute, verzögerte und Langzeitwirkungen zu unterscheiden. Im Grundwasser steht der Veränderung der Gewässergüte infolge einer Versickerung von Straßenabflüssen im Vordergrund der Betrachtung.

Einer Versickerung oder ortsnahen, verzögerten Einleitung in Oberflächengewässer ist der Vorzug vor zentralen Lösungen zu geben, wenn die Belange des Gewässerschutzes gewahrt bleiben. Die Durchsickerung einer bewachsenen Oberbodenschicht ist eine wirksame Maßnahme der Regenwasserbehandlung zur Verminderung partikulärer, gelöster und feinpartikulärer Stoffe.

Belastete Niederschlagsabflüsse bedürfen grundsätzlich einer Behandlung, wobei zwischen gelösten, partikulären und feinpartikulär gebundenen Stoffen zu unterscheiden ist. Vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer kann aus hydrologischen, hydraulischen und ökologischen Gründen eine Rückhaltung der Niederschlagsabflüsse erforderlich sein. Der Aufwand

für Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung lässt sich reduzieren, wenn Möglichkeiten zur Verminderung der Niederschlagsabflüsse genutzt werden und unterschiedlich belastete Niederschlagsabflüsse nicht miteinander vermischt werden.

Die EG-WRRL sieht eine Kombination von Emissions- und Immissionsprinzip bei der Wahl von Maßnahmen zum Gewässerschutz vor. Dem Emissionsprinzip folgend ergibt sich die notwendige Rückhaltung und Behandlung der Niederschlagsabflüsse aus der verkehrlichen Nutzung der Straßen. Aufgrund des Immissionsprinzips können sich zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach §§ 25 a und 33a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) weitere Maßnahmen ergeben, wenn dies für die Erreichung der guten ökologischen und chemischen Qualität der Gewässer erforderlich ist. Anforderungen, die sich aus einem Maßnahmenprogramm nach § 36 WHG ergeben, sind zu beachten. In Wasserschutzgebieten sind die Vorschriften der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnung zu beachten.

Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist es oftmals zweckmäßig, die Belange der Straßenentwässerung mit den Belangen anderer Einleiter und Nutzer in einem Gewässereinzugsgebiet oder einem längeren Gewässerabschnitt abzustimmen.

1 Gewässerbelastung durch Niederschlagsabflüsse von Straßen

Niederschläge fließen von Straßenoberflächen weitgehend vollständig ab. Vor und während des Niederschlages auf der Straßenoberfläche angesammelte Stoffe werden von den Niederschlagsabflüssen aufgenommen und abtransportiert. Damit stellen sie vom Grundsatz her eine Belastung des Wasserhaushaltes dar, die abhängig von der Menge und Güte des Abflusses eine Gefährdung des aufnehmenden ober- oder unterirdischen Gewässers und seiner Nutzungen darstellen kann.

Im Grundwasser steht der Veränderung der Gewässergüte infolge einer Versickerung von Straßenabflüssen im Vordergrund der Betrachtung. In oberirdischen Gewässern können Abflussregime, Morphologie, Gewässergüte und Biozönose in unterschiedlichem Maße durch die Einleitung von Straßenabflüssen betroffen sein.

1.1 Flächen und Nutzung von Straßen

1.1.1 Flächenstatistik

Die Landesfläche von Nordrhein-Westfalen beträgt rund 3,4 Mio. ha. Die ATKIS-Daten weisen 717.000 ha Siedlungs- und Verkehrsfläche aus, wobei 381.000 ha als befestigt und abflusswirksam eingestuft sind. Etwa 37 % dieser Flächen werden im Mischsystem entwässert, ca. 33 % im Trennsystem und die restlichen 30 % sind als sonstige Straßenflächen ausgewiesen (MUNLV (2005)). Die Länge aller Straßen beträgt in NRW etwa 91.000 km, wovon sich ca. 33 % außerhalb von Ortslagen befinden (Tabelle 1.1).

Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen werden zusammengefasst als klassifizierte Straßen bezeichnet. Sie dienen dem übergeordneten, regionalen und zwischenörtlichen Verkehr. Klassifizierte Straßen verlaufen überwiegend außerörtlich, können aber auch innerhalb von Ortslagen verlaufen. Innerhalb von Ortslagen dienen die klassifizierte Straßen zumeist nicht nur dem überörtlichen Verkehr, sondern ergänzen das kommunale Straßennetz, das von den Gemeindestraßen gebildet wird.

Tabelle 1.1: Straßenlängen aus ATKIS der klassifizierten Straßen sowie den Gemeinde- und sonstigen Straßen

		klassifizierte Straßen	Gemeinde- und sonstige Straßen	gesamtes Straßennetz
Länge	km	31.644	59.481	91.125
Längen außerhalb Ortslagen	km	20.922	8.723	29.645
Längenanteil außerhalb Ortslagen	%	66.1	14,7	32,5

Auf Basis des digitalen Straßennetzes der Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB) sind in Anhang 1.2.2 die Längen- und Flächenangaben der klassifizierten Straßen in

NRW getrennt nach Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen zusammengefasst dargestellt. Die klassifizierten Straßen nehmen demnach etwa 7,4 % der befestigten und abflusswirksamen Fläche bzw. 0,8 % der Landesfläche ein. Rund 70 % der klassifizierten Straßen werden außerhalb von Ortslagen geführt und entwässert. Der Rest verläuft innerhalb von Ortslagen und wird teilweise gemeinsam über das kommunale Entwässerungssystem entwässert.

1.1.2 Verkehrsstatistik

Im Jahr 2000 betrug die Jahresfahrleistung auf freien Strecken der klassifizierten Straßen 85,5 Milliarden Kilometer für den Personen- und Güterverkehr, wobei 9,2 Milliarden Kilometer für den Schwerverkehr anfielen. Mit einem Anteil von 53 % hat der Verkehr auf Autobahnen den größten Anteil an der Jahresfahrleistung.

Bild 1.1 zeigt die längengewichtete Unterschreitungshäufigkeit der Verkehrsbelastung der vier erfassten Straßenklassen. Die Verkehrsbelastung von etwa 55 % der gesamten Länge der freien Strecken klassifizierter Straßen liegt unter 5.000 Kfz/24 h und von etwa 85% unter 15.000 Kfz/24 h. Autobahnen weisen wesentlich höhere Verkehrsbelastungen auf, wobei sich diese auf nur 7,4 % des klassifizierten Straßennetzes konzentriert.

Tabelle 1.3: Jahresfahrleistung auf freien Strecken klassifizierter Straßen in NRW

	Autobahnen BAB	Bundesstraßen B	Landesstraßen L	Kreisstraßen K	alle BAB+B+L+K
Abschnittslänge [km]	2.142	3.822	9.800	6.086	21.850
	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm
Personenverkehr (PV)	37.552	12.936	16.794	6.663	73.945
Güterverkehr (GV)	8.062	1.532	1.497	487	11.578
Kfz-Verkehr (PV+GV)	45.613	14.468	18.291	7.150	85.523
Schwerverkehr (SV)	6.570	1.209	1.120	360	9.258

(Quelle: Straßenverkehrszählung NRW 2000)

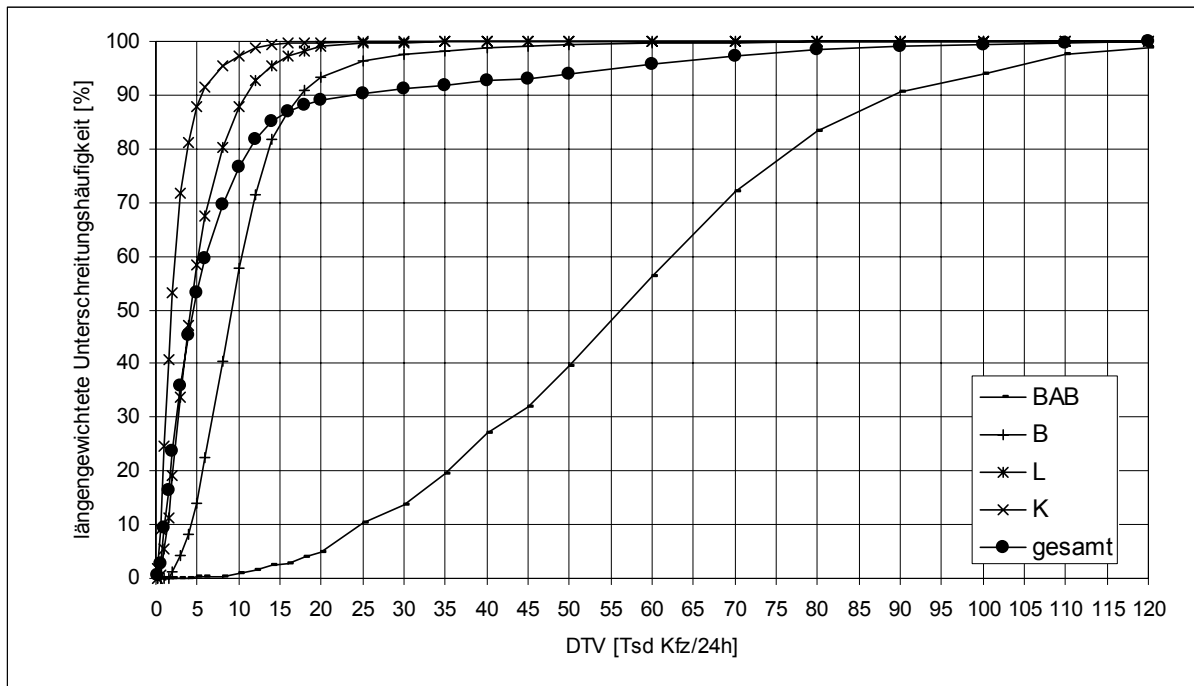


Bild 1.1: Längengewichtete Unterschreitungshäufigkeit der Verkehrsbelastung auf freien Strecken klassifizierter Straßen in NRW

1.2 Charakteristik der Niederschlagsabflüsse von Straßen

1.2.1 Abflüsse

Straßenoberflächen sind vollständig versiegelt, so dass die Niederschläge mit nur geringen Abflussbildungsverlusten und ohne nennenswerte Verzögerung abfließen. Der Abfluss von Straßenoberflächen wird hinsichtlich Häufigkeit, Dauer und Intensität im wesentlichen vom Niederschlagsgeschehen dominiert. Insbesondere Starkniederschläge erzeugen eine im Vergleich zum natürlichen Einzugsgebiet sehr andersartige Abflusscharakteristik, die durch kurze, schnelle Abflusswellen mit hohen Spitzenabflüssen geprägt ist. Hierdurch können die Belange des lokalen Hochwasserschutzes und der Gewässerökologie betroffen sein.

Anlagen zur Ableitung, Rückhaltung und Filtration der Straßenabflüsse erzielen eine Verzögerung und Dämpfung der Abflusswellen. Anlagen zur Sedimentation und Abscheidung der Inhaltsstoffe von Straßenabflüssen erwirken einen nur minimalen Retentionseffekt. Das Abflussvolumen wird durch die genannten Anlagen nicht verringert.

Anlagen zur Versickerung gestatten einen teilweisen oder vollständigen Verzicht auf die Einleitung von Straßenabflüssen in oberirdische Gewässer.

1.2.2 Stoffkonzentrationen

Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen sind mit Stoffen befrachtet, die aus der großräumigen Belastungssituation und der Verkehrsflächennutzung resultieren.

Aus Emissionssicht können abhängig von Dauer und Häufigkeit ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Einwirkungen unterschieden werden, die zu Gewässergefährdungen führen können (RiStWag (2002)). Tabelle 1.4 stellt die Stoffe und deren verkehrsspezifischen

Quellen dar. Der Winterdienst mit Tausalz und abstumpfenden Mitteln stellen vorübergehende Einwirkungen dar. Zu außergewöhnlichen Einwirkungen kann es bei Verkehrsunfällen insbesondere durch wassergefährdende Stoffe kommen

Tabelle 1.4: Stoffquellen und Stoffe vom Kraftfahrzeugverkehr (RiStWag (2002))

Stoffquelle	Stoffe
Abgase	Stickoxide(NOx), Kohlenstoffoxide (COx), Ruß [Kohlenstoff, Blei, Schwefel, Chlor, Magnesium, Natrium, Kupfer, Zink], Kohlenwasserstoffe (PAK), Phenole, polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF)
Abrieb von Fahr- bahnbelägen	Silicium, Calcium, Magnesium, Chrom, Nickel, Bitumen
Abrieb von Fahr- zeugreifen	Kohlenwasserstoff, Zink, Schwefel, Chlor, Eisen, Calcium, Silicium, Magnesium, Kupfer, Blei, Cadmium
Abrieb von Brems- belägen	Kohlenwasserstoff, Eisen, Magnesium, Barium, Silicium, Schwefel, Titan, Chrom, Vanadium, Nickel, Kupfer, Zink
Stoffe von Kataly- satoren	Platin, Rhodium, Palladium
Tropfverluste	Öle, Kraftstoffe, Bremsflüssigkeit, Frostschutzmittel, Fette, Unterbodenschutz, Wasch- und Konservierungsstoffe
Verdampfungsver- luste	Kohlenwasserstoffe
Korrosions- produkte	Eisen, Cadmium, Zink, Kupfer

Folgende Parameter treten in nennenswerten Konzentrationen im Straßenabfluss auf und können eine Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächenwasser hervorrufen:

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

Für die Beurteilung der Auswirkungen in Gewässern ist eine differenzierte Betrachtung der Inhaltsstoffe vorzunehmen hinsichtlich Konzentrationen, Konzentrationen und Dauern (Dosis) und Frachten.

In Tabelle 1.5 sind die bei Messprogrammen an Straßen festgestellten mittelten Konzentrationen zusammengestellt. Untersucht wurden dabei hauptsächlich stark befahrene Straßen, Für den Datenbestand wird den gemessenen Konzentrationen die jeweilige Verkehrsbelastung gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass eine Abhängigkeit der Belastung vom DTV sich nur für die Parameter CSB und PAK vermuten lässt. Bei den übrigen Parametern ist eine starke

Streuung der Werte zu verzeichnen und damit eine Abhängigkeit vom DTV nicht erkennbar. Einzelheiten sind Anhang 1.1 zu entnehmen.

Tabelle 1.5: Median, Quantile und Extrema der frachtgewogenen Gesamtmittelwerte bei Messprogrammen an Straßenabflüssen (KASTING (2003))

frachtgewogene Gesamtmittelwerte, Messprogramme Straßenabflüsse							
Parameter	Anzahl Messprog.		Minimum	25% Quantil	Median	75% Quantil	Maximum
AFS	10	[mg/l]	85	125	155	234	564
Chlorid	10	[mg/l]	7	84	120	157	357
BSB ₅	4	[mg/l]	9		14		18
CSB	10	[mg/l]	37	77	99	121	141
NH ₄ -N	10	[mg/l]	0,20	0,50	0,60	0,76	2,31
P ges	6	[mg/l]	0,25	0,29	0,31	0,34	0,49
Cadmium	10 ¹⁾	[µg/l]	< 1	1,7	3,6	5,5	6,4
Chrom	7 ¹⁾	[µg/l]	< 5	6,3	15,0	23,3	24,2
Blei ²⁾	10	[mg/l]	0,06	0,09	0,18	0,29	0,34
Kupfer	10	[mg/l]	0,04	0,07	0,11	0,12	0,14
Nickel	6 ¹⁾	[mg/l]	<0,01		0,026		0,057
Quecksilber	4 ¹⁾	[µg/l]	<0,2		0,40		
Zink	10	[mg/l]	0,25	0,33	0,46	0,52	0,62
PAK (TVO)	7	[µg/l]	0,24	2,08	2,54	2,79	3,39
PAK (EPA)	2	[µg/l]	4,4		5,19		5,98
MKW H18 ³⁾	8 ¹⁾	[mg/l]	0,005	0,21	1,44	4,75	7,02
pH-Wert	4	[-]	7,1		7,35		7,6

1) bei einigen Messprogrammen wurde die Bestimmungsgrenze unterschritten

2) die Bleikonzentration ist durch die Einführung des bleifreien Benzins gesunken: Mittelwert der Messprogramme seit 1993: 0,08 mg/l

3) In den jüngsten Messprogrammen an Autobahnen an der BAB A 4 und BAB A 59 ist eine deutliche Abnahme der MKW zu verzeichnen, die dort bei < 0,1 – 0,25 mg/l liegen.

1.2.3 Stofffrachten

Im Rahmen des ESOG-Projektes wurde eine Grobbilanzierung der Stofffrachten im Niederschlagsabfluss von klassifizierten Straßen erstellt. Datengrundlage waren die aus der Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB) ermittelten Breiten der befestigten Straßenoberfläche und die dazugehörigen Straßenlängen. Die in der NWSIB weitestgehend vorhandenen Angaben zur Breite der Fahrbahn, Kriech-, Mehrzweck-, Stand- und Parkstreifen, ergeben zusammengefasst die Breite der befestigten Straßenoberfläche. Da in diesem Handbuch auch Gemeinde- und sonstige Straßen außerhalb von Ortslagen berücksichtigt werden ist zudem in Tabelle 1.6 eine Abschätzung der Stofffracht angegeben, die von diesen Straßen

ausgehen. Die Abschätzung basiert auf dem Straßennetz der Gemeinde- und sonstigen Straßen aus ATKIS und einer angenommenen mittleren Breite von 6,41 m.

Unter Verwendung mittlerer Jahresgebietsniederschläge, die vom DWD generiert wurden, und den Ansatz eines mittleren Jahresabflussbeiwerts wurde das von Straßenoberflächen abfließende mittlere Jahresabflussvolumen abgeschätzt. Die mittlere Jahresfracht eines Stoffes konnte anschließend als Produkt des Jahresabflussvolumens und der Stoffkonzentration ermittelt werden. Bei den Stoffkonzentrationen handelte es sich um frachtgewogene Gesamtwerte. Bei den Parameter CSB wurde die Abhängigkeit der Konzentration von der DTV bei der Bilanzierung berücksichtigt. Die Gesamtfrachten von klassifizierten Straßen in NRW sind in Tabelle 1.6 zusammengefasst. Eine differenzierte Darstellung ausgewählter Stofffrachten nach Teileinzugsgebiete in NRW kann Bild 1.2 entnommen werden. In Bild 1.3 sind für diese Stoffe die flächenspezifischen Emissionen der berücksichtigten Straßen bezogen auf die Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25 dargestellt.

Einzelheiten über die Datengrundlage und den Bilanzierungsergebnissen können Anhang 1.2 entnommen werden.

Tabelle 1.6: Stofffrachten von Straßen in NRW

Parameter		klassifizierte Straßen			Gemeinde- und sonstige Straßen
		innerhalb Ortslagen	außerhalb Ortslagen	gesamt	außerhalb Ortslagen
AFS	t/a	8.476	18.865	27.341	5.476
Chlorid	t/a	6.562	14.605	21.167	4.240
BSB5	t/a	766	1.704	2.469	495
CSB	t/a	2.947	6.559	9.505	1.413
NH ₄ -N	t/a	32,8	73,0	105,8	21,2
P _{ges}	t/a	17,0	37,7	54,7	11,0
Cd	kg/a	197	438	635	127
Cr	kg/a	820	1.826	2.646	530
Pb	kg/a	4.375	9.737	14.111	2.826
Cu	kg/a	6.015	13.388	19.403	3.886
Ni	kg/a	1.422	3.164	4.586	919
Hg	kg/a	21,9	48,7	70,6	14,1
Zn	kg/a	25.153	55.987	81.140	16.252
PAK	kg/a	139	309,1	448,0	89,7
MKW	t/a	9,3	20,7	30,0	6,0

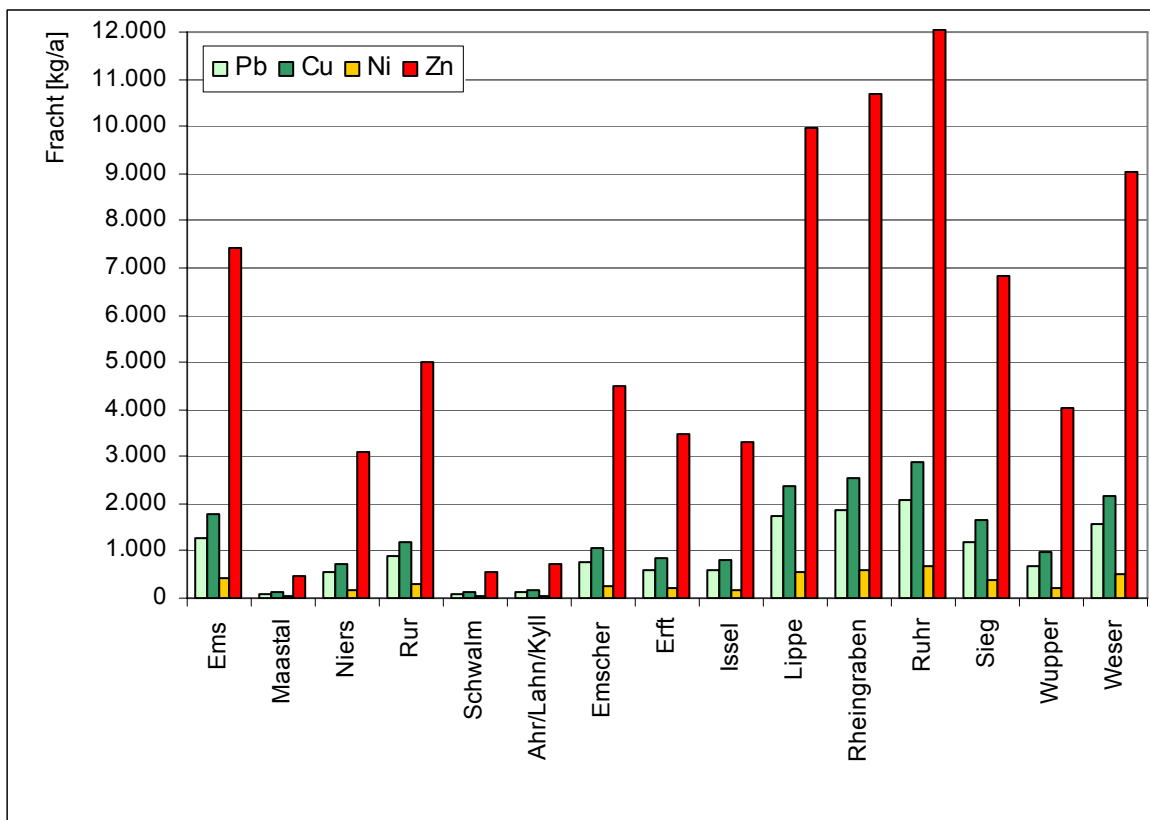


Bild 1.2: Ausgewählte Schwermetallfrachten von klassifizierten Straßen

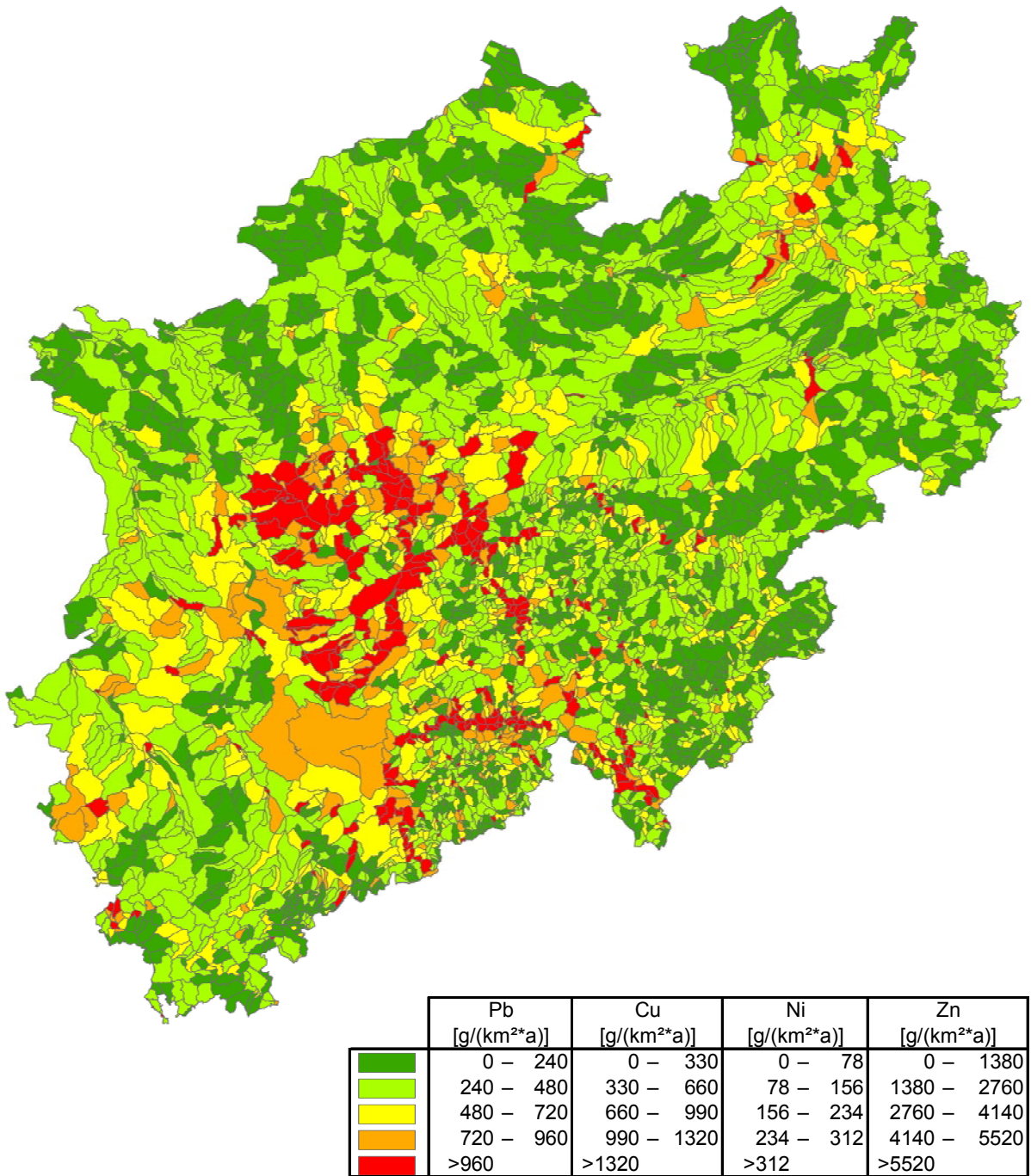


Bild 1.3: Schwermetallfrachten von klassifizierten Straßen in NRW bezogen auf die Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25

1.3 Auswirkungen von Straßenabflüssen in Gewässern

1.3.1 Auswirkungen in Fließgewässern

Niederschlagsabflüsse von versiegelten Flächen bringen stoßartig verschiedene kritische Einzelbelastungen mit teilweise erheblicher Größenordnung in oberirdische Gewässer ein. Sie unterscheiden sich deutlich von anderen anthropogenen Gewässerbelastungen wie Kläranlagenabläufen und diffusen Quellen. Die Auswirkungen können von lokaler, regionaler und überregionaler Bedeutung sein. Abhängig von Abfluss und Stoffgruppe sind akute, verzögerte und Langzeitwirkungen zu beobachten. Bild 1.4 stellt dies für Niederschlagswassereinleitung aus Siedlungsgebieten generell dar. Die Relevanz der Einleitung von Niederschlagsabflüssen ist abhängig von der Abwasserart, dem Gewässertyp, der Abflusscharakteristik, der Morphologie (Ufer- und Sohlenstruktur), Eutrophierungsgrad und Vorbelastung unterschiedlich.

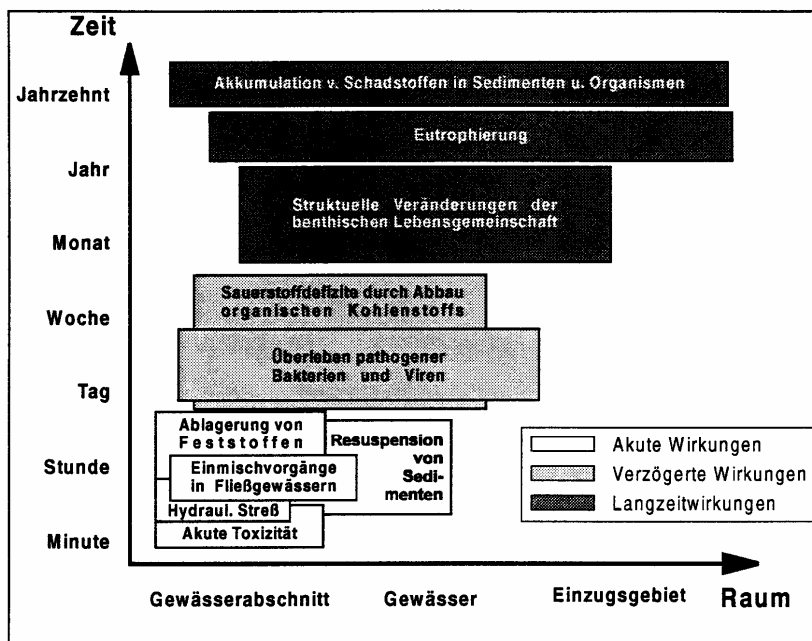


Bild 1.4: Auswirkungen von Niederschlagsabflüssen aus Siedlungsgebieten in Oberflächengewässern (LIJKLEMA et al. (1989) und BORCHARDT (1991))

Tabelle 1.7 verdeutlicht, dass kritische Einzelbelastungen oftmals gleichzeitig wirken. Einzelne Einleitungsereignisse sind hinsichtlich ihrer akuten Belastungen durch hydraulischen Stress, erhöhte Konzentrationen toxischer Stoffe sowie Sauerstoffzehrung zu betrachten. Die Häufigkeit von Ereignissen mit subletal kritischen Belastungen sowie die Veränderung des hydrologischen Regimes sind bedeutsam. Belastungen durch Stoffakkumulation (Nährstoffe, Schwermetalle, organische Schadstoffe, Feststoffe) sind durch Frachtbilanzen über lange Zeitspannen beschreibbar.

Tabelle 1.7: Gefährdungspotenzial der Einleitung von Straßenabflüssen in Oberflächen-
gewässer

Zeit	Charakter	Indikator / Parameter
akut (über Stunden)	hydraulisch	Abfluss, Sohlschubspannung, Erosion
	chemisch	–
	physikalisch	Schwebstoffe, Sedimente
	biochemisch	–
	hygienisch	im Einzelfall Bakterien, Viren
verzögert (über Tage/Wochen)	hydraulisch	Sohlbewegung /-erosion
	chemisch	toxische Stoffe, Öl
	physikalisch	–
	biochemisch	–
	hygienisch	–
langfristig / akkumulierend (über Wochen bis Jahre)	hydrologisch	Abflussregime
	chemisch	Schwermetalle, persistente organische Substanzen, anorganische und organische Feststoffe / Sedimente
	physikalisch	Sedimente
	biochemisch	Sauerstoffmangel durch Eutrophierung infolge von Nährstoffen (Phosphaten)
	hygienisch	–
Unfälle (akut, verzögert)	chemisch physikalisch biochemisch hygienisch	alle Arten wassergefährdender Stoffe

Nach bisherigem Kenntnisstand geht von Straßenabflüssen in der Regel keine kurzzeitige Wirkung durch akute Toxizität oder kritische Sauerstoffkonzentrationen in oberirdischen Gewässern aus.

Über die Wirkung lang andauernder oder häufiger Einleitung subletaler Konzentrationen von Straßenabflüssen ist bislang wenig bekannt. Für Schwermetalle liegen hierzu Hinweise vor, die auf toxische Wirkungen von Kupfer auf Gewässerorganismen hindeuten.

Die Langzeitwirkungen infolge der Akkumulation eingeleiteter Stofffrachten können als gesichert gelten. Insbesondere partikuläre und partikulär gebundene Stoffe und Schwermetalle tragen nennenswert zur Gewässerbelastung bei. Die Einleitungen über Straßenabflüsse stellen dabei eine Quelle für diese Gewässerbelastungen dar.

In gestauten und staugeregelten Gewässern kann zudem der Eintrag von Nährstoffen durch Straßenabflüsse in Bezug auf die Eutrophierung relevant sein.

Die Morphologie und die Biozönose eines Gewässers werden durch das hydrologische Regime maßgeblich mit geprägt. Abfluss und Gewässermorphologie bedingen die Fließgeschwindigkeit und die Sohlschubspannung, die wiederum auf die Gewässerorganismen und Gewässerberandung wirkt. Die plötzlich auftretenden, schnell ansteigenden Abflussswellen

eingeleiteter Niederschlagsabflüsse weisen eine erheblich veränderte Abflussdynamik im Vergleich zu natürlichen Hochwasserabflüssen auf. Ökologisch bedeutsam sind zudem die Häufigkeit und Dauer kritischer Belastungen, die Stabilität von Refugien und das Wiederbesiedlungspotenzial. Die unterschiedlichen Auswirkungen hydraulischer Belastungen werden mit dem Begriff "hydraulischer Stress" zusammengefasst.

Einzelheiten sind Anhang 1.3 zu entnehmen.

1.3.2 Auswirkungen im Boden und Grundwasser

Im Randbereich von Verkehrswegen fallen viele Stoffe an, die über den Luft- und Wasserpfad in Böden gelangen, von wo aus sie zum Teil auch das Grundwasser erreichen können. Die anfallenden Stoffe bestehen zum großen Teil aus Feststoffen oder an Feststoffen sorbierte Substanzen, die beim Versickern in den obersten Zentimetern bis Dezimetern zurückgehalten und abgebaut werden. Die Eindringtiefe der Feststoffe in den Untergrund nimmt mit abnehmender Korngröße rasch ab (RiStWag (2002)). Für die Schutzwirkung des Bodens über dem Grundwasser ist vor allem das Rückhalte- und Abbauvermögen der obersten Bodenschichten von Bedeutung.

Bezüglich der Belastung des Bodens lassen sich drei Bereiche neben den Straßenflächen einteilen, die sich hinsichtlich der Stoffkonzentration im Boden unterscheiden (GOLWER (1995)). Der am stärksten belastete Bereich 1 grenzt direkt an den Fahrbahnrand und nimmt den größten Teil des Fahrbahnabflusses auf. Dieser Bereich umfasst den Straßenseitenstreifen, einen Teil der Straßenmulde oder der Straßenböschung und beträgt nach GOLWER etwa 2 Meter. Er wird bei jedem Niederschlagsereignis, welches Abfluss liefert, mit dem im Fahrbahnabfluss transportierten Stoffen befrachtet. Besonders bei persistenten Stoffen, wie z. B. Schwermetallen, ist hier eine deutliche Anreicherung in diesem Bereich gegeben (vgl. Bild 1.5). Das Schälgut der Straßenbankette stammt aus diesem Bereich.

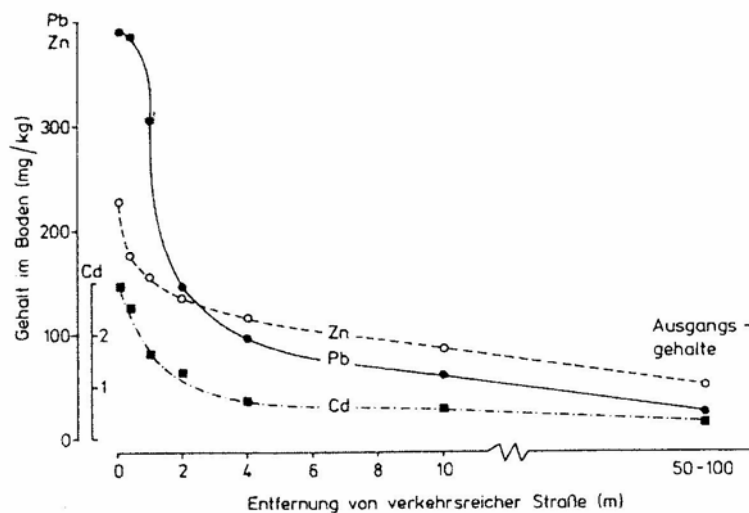


Bild 1.5: Schwermetallgehalte in Böden (0 bis 2 cm Tiefe) in Abhängigkeit der Entfernung von viel befahrenen Straßen (GOLWER (1995))

Der Bereich 2 erhält seine Stofffracht vorwiegend durch das Spritzwasser. In diesem Bereich nimmt die Stoffkonzentration im Boden mit zunehmender Entfernung von der Straße schnell ab. Deutliche Bodenbelastungen sind bis etwa 10 m Entfernung von der Straße vorhanden.

Bis in ca. 50 m Entfernung vom Fahrbahnrand (Bereich 3) werden durch den Windeinfluss die nicht in Bereich 1 und 2 abgelagerten Stoffe transportiert. Hier ist der Einfluss der straßenspezifischen Stoffe weitgehend abgeklungen.

Der Transport und der Verbleib von Wasserinhaltsstoffen bei der Bodenpassage wird von physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren bestimmt, die sich z. T. gegenseitig beeinflussen. Nach ihrem Verhalten im Untergrund lassen sich Stoffe einteilen in:

- lösliche Stoffe, die weder chemischen noch biologischen Reaktionen ausgesetzt sind (z. B. Chloride)
- persistente Stoffe, die nicht chemisch oder biologisch abgebaut, aber an der Bodenmatrix durch physiochemische Vorgänge angelagert werden (z. B. Schwermetalle)
- abbaubare organische Stoffe, die durch biologische oder chemische Prozesse umgewandelt und abgebaut werden (z. B. Mineralölkohlenwasserstoffe)

Tabelle 1.8: Gefährdungspotenzial der Einleitung von Straßenabflüssen in Grundwasser

Zeit	Charakter	Indikator / Parameter
akut (über Stunden)	—	—
verzögert (über Tage/Wochen)	chemisch	Chloride
langfristig / akkumulierend (über Wochen bis Jahre)	chemisch	el. Leitfähigkeit, Gesamthärte, Chlorid, Schwermetalle, Alkalien, Erdalkalien, Ammonium, DOC, TOC, CSB, Fluoranthen
Unfälle (akut, verzögert)	chemisch biochemisch hygienisch	alle Arten wassergefährdender Stoffe

In den Boden eingetragene Stoffe verteilen sich auf die drei Phasen Bodenlösung, Bodenluft und die Feststofffraktion. Die Stoffausbreitung in der gasförmigen Phase ist für die straßenspezifischen Stoffe von untergeordneter Bedeutung. Folgende Einzelmechanismen für die Entfernung aus der wässrigen Phase oder Festlegung von Stoffen im Untergrund sind zu unterscheiden:

- Filtration
- Sorption
- Fällung
- Abbau
- Komplexierung

Die wichtigste Einflussgröße auf die Mobilität von Schwermetallen im Boden ist der pH-Wert. Je niedriger der pH-Wert, desto geringere Schwermetallfrachten können im Boden adsorbiert werden.

Der Abbau von organischen Stoffen wird vor allem durch die Temperatur und den Wasser- und Lufthaushalt der Böden bestimmt. So geschieht der Abbau im Sommer durch die höheren Luft- und Bodentemperaturen deutlich schneller als im Winter. Im Winter sind daher häufiger Ölschlieren im Straßenseitenbereich und in Entwässerungsanlage zu beobachten (GOLWER (1995)).

Durch eine Vielzahl von Untersuchungen ist belegt, dass in der Regel nur gelöste Stoffe das Grundwasser erreichen, s. auch Anhang 1.4. Partikuläre Stoffe des Straßenabflusses, z. B. Gummiabrieb, und an ihnen sorbierte Substanzen, z. B. polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), werden dagegen durch die mechanische Filterwirkung des Bodens und durch Sorption in den oberflächennahen Schichten zurückgehalten. Diese Rückhaltung ist besonders wirkungsvoll an bewachsenen Seitenstreifen, Mulden und Böschungen und führt zur Anreicherung straßenspezifischer Substanzen in Böden und in Sedimenten von Entwässerungsanlagen (Golwer/Zereini (1998)).

Von allen straßenspezifischen Stoffen belasten die Chloridionen das Grundwasser am stärksten und reichen im Grundwasserstrom am weitesten, weil Chloride leicht löslich sind und während der Untergrundpassage wenig zurückgehalten und nicht umgewandelt werden. Das Chlorid ist daher in Gebieten mit winterlichen Einsätzen von Tausalzen für das Grundwasser eine straßenspezifische Leitsubstanz.

2 Behandlung und Rückhaltung des Niederschlagsabflusses

2.1 Allgemeine Regelungen

2.1.1 Grundsätze

Die Niederschlagsabflüsse von Straßen stellen aufgrund ihrer hydrologischen und hydraulischen Charakteristik sowie der chemischen und physikalischen Inhaltsstoffe Belastungen für Oberflächengewässer, Grundwasser und Boden dar. Niederschlagsabflüsse von Straßen bedürfen je nach Erfordernis einer Rückhaltung vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer. Belastete Niederschlagsabflüsse bedürfen grundsätzlich einer Behandlung.

Die im Folgenden aufgeführten Regelungen gelten für klassifizierte überörtliche Straßen im inner- und außerörtlichen Bereich sowie nicht klassifizierte Straßen und Wege im außerörtlichen Bereich. Sie führen die Regelungen im Runderlass IV B 5–673/2-29010 / IV B 6–031 002 0901 vom 18.5.1998 „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß §51a des Landeswassergesetzes“ und im Runderlass IV-9 031 001 2104 vom 26.5.2004 „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ sowie die Richtlinien zur Entwässerung im Straßenbau RAS-Ew (FGSV (2005)) und RiStWag (FGSV (2002)) zusammen.

Dem Emissionsprinzip folgend ergibt sich die notwendige Behandlung aus der verkehrlichen Nutzung der Straßen. Nach dem Immissionsprinzip können sich weitergehende Maßnahmen zur Behandlung und Rückhaltung ergeben, die den Erfordernissen der Gewässerökologie Rechnung tragen. Gewässernutzungen wie Trinkwasserversorgung und Freizeitnutzung sowie Belange von Hochwasserschutz, Verkehrssicherung und Gefahrenabwehr oder sonstiger Nutzungen können weitere Anforderungen an die Behandlung und Rückhaltung der Niederschlagsabflüsse von Straßen bedingen.

Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen haben grundsätzlich Vorrang vor einer Niederschlagswasserbehandlung und können deren Aufwand vermindern. Dies ist in jedem Fall zu prüfen. Die Vermischung unterschiedlich belasteter Niederschlagsabflüsse ist nach Möglichkeit zu unterlassen. Nicht behandlungsbedürftige Abflüsse sollten mit behandlungsbedürftigen Straßenabflüssen nicht vermischt, sondern getrennt abgeleitet werden, um eine effektive Regenwasserbehandlung sicherzustellen. Dies gilt insbesondere für Niederschlagsabflüsse getrennt trassierter Geh- und Radwege, austretendes Hangwasser, Niederschlagsabflüsse von Hangböschungen außerhalb der Spritzwassereinwirkung und Abflüsse aus Dränaugen. Die Behandlung und Rückhaltung von Niederschlagswasser hat gemäß Stand der Technik, dem Grad der Belastung und ortspezifischen Erfordernissen entsprechend zu erfolgen. Einer Versickerung oder ortsnahen, verzögerten Einleitung in Oberflächengewässer ist der Vorzug vor zentralen Lösungen zu geben, wenn die Belange des Gewässerschutzes gewahrt bleiben.

Die in Anlagen zur Behandlung von Straßenabflüssen anfallenden Rückstände sind unter Beachtung der einschlägigen wasser- und abfallwirtschaftlichen Bestimmungen ordnungsgemäß zu entsorgen.

Die aufgeführten technischen Möglichkeiten zur Niederschlagswasserbehandlung sind nicht abschließend. Alternative Lösungen, die ihre Gleichwertigkeit hinsichtlich Stoffrückhalt und dauerhaftem Betrieb nachgewiesen haben, sind möglich.

Die gewässerbezogene Immissionsbetrachtung kann im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde auf der Basis des BWK-Merkblattes M3 erfolgen. In Kapitel 3 dieses Handbuchs wird eine gewässerbezogene Vorgehensweise dargestellt. In einem Gewässereinzugsgebiet oder einem längeren Gewässerabschnitt sind die Belange der Niederschlagsentwässerung von Straßen mit den Belangen anderer Einleiter und Nutzer des Gewässers abzustimmen. Die Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach §§ 25 a und 33a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) können besondere Maßnahmen erfordern. Anforderungen, die sich aus einem Maßnahmenprogramm nach § 36 WHG ergeben, sind zu beachten. In Wasserschutzgebieten sind die Vorschriften der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnung zu beachten.

2.1.2 Unzulässigkeit der Versickerung oder Einleitung von Straßenabflüssen

Bei Vorliegen bestimmter Randbedingungen ist für Straßenabflüsse eine Versickerung in den Untergrund oder eine Einleitung in Oberflächengewässer unzulässig.

2.1.2.1 Versickerung in den Untergrund

Eine Versickerung ist nicht zulässig bei folgenden Randbedingungen:

- Hydrogeologie
 - Grundwasserflurabstand¹⁾ $\leq 1,0$ m oder bei großflächiger Versickerung $\leq 0,6$ m, ermittelt für den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW)
 - Abstand der Sohle der Versickerungsanlage zur Grundwasseroberfläche $\leq 1,0$ m bzw. bei Einzelfallprüfung $\leq 0,6$ m, ermittelt für den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW)
 - bei Durchlässigkeitsbeiwerten $\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s ²⁾
 - Flächen mit Altablagerungen oder Altlasten
- Trinkwasserschutz
 - Wasserschutzgebiet Zone I für Grundwasser
 - in Wasserschutzgebiet Zone II für Grundwasser
 - innerhalb Wasserschutzgebiet Zone I von Trinkwassertalsperren
 - innerhalb Wasserschutzgebiet Zone II+III von Trinkwassertalsperren bei stark befahrenen Landes- und Bundesstraßen sowie BAB (DTV > 15.000 Kfz/d) oder wenn eine schnelle Infiltration und/oder Zwischenabfluss zu einem oberirdischen Gewässer zu besorgen ist

¹ Lotrechter Abstand zwischen einem Punkt der Erdoberfläche und der Grundwasseroberfläche des ersten Grundwasserstockwerks

² Bei einem Wert von $k_f < 5 \times 10^{-6}$ m/s kann keine Versickerung im Sinne des §51a LWG gefordert werden.

2.1.2.2 Einleitung in Oberflächengewässer

Folgende Gewässer- und Gewässerabschnitte sind grundsätzlich von Einleitungen frei zu halten:

- Gewässer- und Gewässerabschnitte mit hoher ökologisch-funktionaler Bedeutung für angrenzende Gewässer/-abschnitte, mit hohem Schutzbedürfnis aufgrund ihrer Seltenheit oder Empfindlichkeit oder mit besonderer Naturnähe wie
 - Quellen und Quellrinnsale
 - natürliche temporäre Gewässer oder Gewässerabschnitte
 - organische Gewässer (Torfbäche)
 - Fließgewässer oder Gewässerabschnitte mit einer Gewässerstrukturgüte 1 und einer Gewässergüte I (im Mittelgebirge) bzw. I-II (im Tiefland)
 - oligotrophe Seen und Weiher
 - Moor- und Heideweiher mit zumeist dystrophen Charakter
 - natürliche stehende Gewässer, die nur periodisch Wasser führen, wie z.B. viele Sölle bzw. Toteislöcher des norddeutschen Jungglazials
- Gewässer- und Gewässerabschnitte mit besonderer Bedeutung für Nutzungen
 - Wasserschutzgebiet Zone II für Grundwasser
 - Wasserschutzgebiet Zone II+III von Trinkwassertalsperren bei stark befahrenen Landes- und Bundesstraßen sowie BAB (DTV > 15.000 Kfz/d)
 - von Grundwasser durchflossene Standgewässer (z.B. Kiesteiche)

Folgende Gewässer und Gewässerabschnitte mit besonderer Bedeutung für Nutzungen sind von Einleitungen frei zu halten:

- Wasserschutzgebiet Zone I für Grundwasser
- Wasserschutzgebiet Zone I von Trinkwassertalsperren

Weitere Anforderungen können sich aus Maßnahmenprogrammen nach § 36 WHG, Wasserschutzgebietsverordnungen oder einschlägigen Regelungen des Landes NRW ergeben.

2.1.3 Besonders schutzwürdige Einzugsgebiete und Gewässer (immissionsbezogene Anforderungen)

Aus Gründen der Ökologie oder Nutzung von Gewässern können besondere Anforderungen und Maßnahmen zur Behandlung oder Rückhaltung der Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen erforderlich sein. Sie dienen der weiteren Reduktion von Stofffrachten und Konzentrationen und/oder der Verringerung der hydraulischen Gewässerbelastung. Dies gilt insbesondere für folgende Fälle:

- bei der Versickerung von Niederschlagsabflüssen
 - in Wasserschutzgebiet Zone IIIA und IIIB¹⁾²⁾ für Grundwasser
 - in Wasserschutzgebiet Zone II und III einer Trinkwassertalsperre¹⁾⁴⁾
 - in Karstgebieten ohne Verbindung zu Trinkwassergewinnungsgebieten⁶⁾

- bei der Einleitung von Niederschlagsabflüssen in Oberflächengewässer
 - mit hoher ökologischer Qualität (Mittelgebirge: Gewässergüte I-II und Strukturgüte 2, Gewässergüte I oder Strukturgüte 1; Tiefland: Gewässergüte I-II und besser oder Strukturgüte 2 und besser)
 - Laichgewässer für Großsalmoniden
 - Fließgewässer, die innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ ein unterhalb der Einleitungsstelle gelegenes Standgewässer durchfließen oder in dieses münden
 - Standgewässer
 - Fließgewässer mit sehr geringen Fließgeschwindigkeiten ($v_m < \text{ca. } 0,1 \text{ m/s}$ bei MQ)
 - Fließgewässer, die innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ ein unterhalb der Einleitungsstelle gelegenes Wasserschutzgebiet der Zone III, IIIA, II oder I¹⁾ für Grundwasser durchfließen
 - Fließgewässer innerhalb von Wasserschutzgebieten der Zone IIIA + IIIB¹⁾³⁾ für Grundwasser
 - Fließgewässer, die innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ ein unterhalb der Einleitungsstelle gelegenes Wasserschutzgebiete der Zone III, II oder I einer Trinkwassertalsperre erreichen¹⁾
 - Fließgewässer innerhalb von Wasserschutzgebieten der Zone II+III¹⁾⁴⁾⁵⁾ einer Trinkwassertalsperre
 - ausgewiesene Badegewässer und soweit erforderlich ihre Oberläufe

Bestimmungen nach RiStWag (FGSV (2002)):

¹⁾ sofern nicht im Detail in der WSG-Verordnung geregelt

²⁾ Nachweis der ausreichenden Grundwasserüberdeckung gemäß RiStWag (2002) erforderlich

³⁾ Einleitung nur aus zwingenden Gründen möglich

⁴⁾ sofern das Hinausleiten des Niederschlagswassers nicht nötig/möglich ist

⁵⁾ Einleitung nur, wenn eine Versickerung nicht möglich ist

⁶⁾ Nachweise und ggf. Einzelfallregelung erforderlich

Weitere Anforderungen können sich aus Maßnahmenprogrammen nach § 36 WHG, Wasserschutzgebietsverordnungen, der FFH-Richtlinie oder einschlägigen Regelungen des Landes NRW ergeben. Die Vorgaben zur Einleitung in FFH-Gebiete werden von der Naturschutzbehörde definiert.

2.2 Behandlung des Niederschlagsabflusses

2.2.1 Behandlungsbedürftigkeit

Die Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen enthalten vielfältige Inhaltstoffe, die dem Emissionsprinzip folgend eine von Art und Umfang der verkehrliche Nutzung abhängige Behandlung der Niederschlagsabflüsse erfordern. Entsprechend der verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Behandlungsmaßnahmen wird die stoffliche Belastung der Niederschlagsabflüsse grob in die folgenden Stoffgruppen unterschieden:

- partikuläre Stoffe nebst partikulär gebundene Stoffe
- gelöste Stoffe
- Mineralölkohlenwasserstoffe

Für die Auswahl geeigneter Behandlungsmaßnahmen wird in Kapitel 2.2.3 des Handbuches eine Entscheidungshilfe bereitgestellt.

Die Regelungen zur Behandlungsbedürftigkeit der Niederschlagsabflüsse klassifizierter inner- und außerörtlicher Straßen sowie nicht klassifizierter außerörtlicher Straßen- und Wegeverbindungen werden in Anlehnung an folgende Runderlasse des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und den Richtlinien zur Straßenentwässerung vorgenommen:

- Runderlass IV B 5–673/2-29010 / IV B 6–031 002 0901 vom 18.5.1998 „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß §51a des Landeswassergesetzes“
- Runderlass IV-9 031 001 2104 vom 26.5.2004 „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“
- RiStWag (FGSV (2002))
- RAS-Ew (FGSV (2005))

Unbelastete Niederschlagsabflüsse können ohne Behandlungsmaßnahme in oberirdische Gewässer eingeleitet oder versickert werden. Als unbelastet gelten die Niederschlagsabflüsse folgender Verkehrsflächen:

- getrennt trassierte Fuß- und Radwege, bei denen Stoffeinträge durch Deposition, Spritzwasser oder Oberflächenabfluss von der Straße nicht wahrscheinlich sind

Schwach belastete Niederschlagsabflüsse können über die belebte Bodenzone versickert oder in oberirdische Gewässer eingeleitet werden. Falls in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet wird, ist grundsätzlich eine Behandlung erforderlich. Als schwach belastet gelten die Niederschlagsabflüsse folgender Straßen:

- Kreis- und Landesstraßen und nicht klassifizierte zwischengemeindliche Straßen- und Wegeverbindungen mit geringem Verkehrsaufkommen³
- Fuß- und Radwege, die direkt an die oben genannten Straßenflächen angrenzen

Stark belastete Niederschlagsabflüsse bedürfen grundsätzlich einer dem Grad der Belastung entsprechenden Behandlung. Als stark belastet gelten die Niederschlagsabflüsse folgender Flächen:

- Kreis- und Landesstraßen und nicht klassifizierte zwischengemeindliche Straßen- und Wegeverbindungen mit mehr als geringem Verkehrsaufkommen, Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen⁴

³ Verkehrsaufkommen bis zu etwa 2.000 Kfz/d können bei außerörtlichen Straßen als gering angesehen werden. Diese Gruppe umfasst etwa 20% der Landesstraßen, 50% der Kreisstraßen und vermutlich mindestens ebenso viele nicht klassifizierte Straßen in NRW.

⁴ Verkehrsaufkommen ab etwa 15.000 Kfz/d können bei außerörtlichen Straßen als stark angesehen werden.

- Verkehrs- und Stellflächen auf Rastanlagen, Großparkplätze mit häufiger Frequentierung
 - Fuß- und Radwege, die direkt an die oben genannten Straßenflächen angrenzen
 - Straßen und Wege mit besonderen nutzungsbedingten Verschmutzungen
 - Zufahrten zu Industrie- und Gewerbeflächen mit dem Transport von Schüttgütern oder wassergefährdenden Stoffen
 - Zufahrten zu Abwasserbehandlungs- und Abfallentsorgungsanlagen
 - regelmäßigen landwirtschaftlichen Verkehr
 - regelmäßigen militärischen Verkehr
- Andere signifikante Nutzungen sind sinngemäß zu berücksichtigen.

2.2.2 Behandlungsmaßnahmen

Behandlungsmaßnahmen dienen einer Reduktion der sehr heterogenen Inhaltsstoffe der Niederschlagsabflüsse von Straßen. Je nach Inhaltsstoff und Behandlungsanlage dienen hierzu vorwiegend die Prozesse Dichtentrennung, Filtration, Sorption sowie biochemische Umwandlung. Vor dem Hintergrund der möglichen Behandlungsmaßnahmen ist für Niederschlagsabflüsse eine Grobklassifikation der Inhaltsstoffe in partikuläre Stoffe, gelöste Stoffe und Mineralölkohlenwasserstoff ausreichend.

Als sinnvolle Behandlungsmaßnahmen werden folgende Anlagen aufgeführt und im Kapitel 3 ausführlich beschrieben.

Tabelle 2.1: Behandlungsmaßnahmen und ihre Wirkungsweise

Kürzel	Erläuterung	Wirkungsweise	Kapitel Nr.
	Versickerungsanlagen		
VA1	Versickerung über Böschung oder ebene Fläche (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.1
VA2	Versickerungsgraben/-mulde (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.2
VA3	Mulden-Rigolen-Element ohne Ableitung (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.3
VA4	Versickerungsbecken sowie Absetzbecken und Leichtstoffabscheider mit (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	Dichttrennung, Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.4
VA5	Flächenförmige Versickerung über wasserdurchlässige Befestigung, die den DIBt-Zulassungsgrundsätzen entsprechen	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.5
	Anlagen zur Ableitung und Teilversickerung		
A1	Teilversickerung in Straßenböschung und Sammlung über Straßenseitengräben mit Absetzfunktion	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung, Sedimentation	4.6
A2	Teilversickerung in Straßenböschung und Sammlung über Straßenseitengräben ohne gezielte Absetzfunktion	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.7
A3	Teilversickerung in Mulden-Rigolen-System und Ableitung (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.8
A4	Flächenförmige Versickerung über wasserdurchlässige Befestigung, die den DIBt-Zulassungsgrundsätzen entsprechen und Ableitung	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.10
	Abscheider		
AL1	Abscheider nach RiStWag	Dichttrennung	4.11
AL2	Abscheider nach RiStWag mit optimiertem Zulauf	Dichttrennung	4.12
	Sedimentationsanlagen		4.13
RKBoD1	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss oder nur zeitweiligem Drosselabfluss zur Beckenentleerung nach Regenende (z.B. in ein vorhandenes Schmutzwasser- oder Mischsystem)	Dichttrennung	4.14
RKBoD2	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit ständigem Drosselabfluss (z.B. in ein vorhandenes Schmutzwasser- oder Mischsystem)	Dichttrennung	4.15
RKBmD	Regenklärbecken mit Dauerstau	Dichttrennung	4.16
	Filteranlagen		
RBF	Retentionsbodenfilter nach MUNLV [2003]	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.17
BF	Bodenfilterfläche/-strecke	Filtration, Sorption, biochemische Umwandlung	4.18
	Dezentrale Behandlungsanlagen		
GN	Nassgullies	Dichttrennung	–
GF	Gullies mit Filtereinrichtungen	Dichttrennung, Filtration, Sorption	–

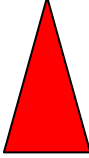
2.2.3 Entscheidungshilfe zur Auswahl von Behandlungsmaßnahmen

Die Entscheidungshilfe unterstützt die systematische Wahl von Maßnahmen zur Behandlung von Straßenabflüssen. Örtliche Spezifika der Gewässer- und Belastungssituation können durchaus abweichende Lösungen erfordern.

Die Entscheidungshilfe basiert auf einem Punktesystem, welches die Auswahl der Behandlungsanlagen abhängig von der stofflichen Belastung der Entwässerungsflächen und der örtlichen Gewässersituation ermöglicht. Die Auswahl einer geeigneten Behandlungsanlage erfolgt mit Hilfe einer Ungleichung, die an der Einleitungsstelle für alle drei Stoffgruppen zu erfüllen ist:

$$\text{Belastungspunkte} - \text{Einleitungspunkte} \leq \text{Behandlungspunkte}$$

Die Tabelle 2.3 „Abflussbelastung“ dient der Zusammenstellung des Belastungsprofils der Straßenabflüsse von der Entwässerungsfläche. Die Grobklassifikation der Belastung des Niederschlagsabflusses relevanter Herkunftsbereiche erfolgt analog zum Runderlass IV B 5–673/2-29010 / IV B 6–031 002 0901 vom 18.5.1998 „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß §51a des Landeswassergesetzes“ und dem Runderlass IV-9 031 001 2104 vom 26.5.2004 „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“. Für die drei relevanten Stoffgruppen erfolgt mit Hilfe von Belastungspunkten eine Klassifikation des Grades der Belastung. Berücksichtigt werden die Herkunftsbereiche und die besonderen Nutzungen. Das für die Wahl der Behandlungsmaßnahme maßgebende Belastungsprofil ergibt sich aus den höchsten Belastungspunkten für jede der drei Stoffgruppen.

Belastungspunkte	Grad der Belastung
1	 unbelastet
2	
3	
4	

Die Tabelle 2.4 „Einleitungssituation“ führt Einleitungspunkte auf. Sie berücksichtigen

- Anforderungen nach dem Emissionsprinzip
- Vorschläge für situationsspezifische Anforderungen nach dem Immissionsprinzip für häufige Fälle

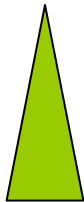
Weitergehende Anforderungen an die Einleitung können aus Gründen des Gewässerschutzes oder der Gewässernutzung begründet sein. Für unterschiedliche Einleitungssituationen sind Zulässigkeitsprofile für die drei Stoffgruppen zusammengestellt. Die aufgeführten Situationsbewertungen und die daraus folgenden Behandlungsmaßnahmen können im Rahmen des Bewertungsverfahrens nur orientierenden Charakter haben. Die Erfordernisse der örtlichen Gewässersituation und auf sie bereits abzielende bindende Regelungen sind maßgebend. Je nach Einleitungssituation erfolgt eine Auswahl der zugehörigen Einleitungspunkte aus der Tabelle.

Einleitungs- punkte	Anforderung
-	keine Versickerung/Einleitung
0	weitergehende Anforderung gemäß Gewässerschutz und/oder –nutzung
1	Anforderung gemäß Emissionsprinzip

Die Tabelle 2.5 „Behandlungsmaßnahmen“ klassifiziert deren Wirksamkeit mit Hilfe von Behandlungspunkten. Die Tabelle enthält verschiedene Arten der Ableitung und Behandlung von Straßenabflüssen, deren Konstruktion und Bemessung in Kapitel 4 detailliert erläutert ist. Die Klassifikation der Reinigungsleistung erfolgte auf der Basis verfügbarer Messergebnisse zur Reinigungswirkung sowie Plausibilitätsüberlegungen.

Die Bewertung der Reinigungswirkung wird wie folgt vorgenommen:

Behandlungspunkte	Reinigungsleistung
0	keine
1	gering
2	
3	
≥4	hoch



Die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen kann wie folgt berücksichtigt werden:

Tabelle 2.2: Anlagenkombinationen

Anlagenkombination		Behandlungspunkte der kombinierten Maßnahme
1. Anlage	2. Anlage	
Teilversickerung und Ableitung (A1, A2 und A4)	Versickerungsanlagen (VA1-VA4)	es gelten für jede Stoffgruppe getrennt die höchsten Behandlungspunkte der jeweiligen Einzelmaßnahme (keine Addition)
	Abscheider (AL1, AL2)	Summe der Behandlungspunkte der einzelnen Maßnahmen getrennt für jede Stoffgruppe (Ausnahme: A4 darf nicht addiert werden)
	Sedimentationsanlagen (RKB) (RKBmD)	
Abscheider (AL1, AL2)	Versickerungsanlagen (VA2-VA4)	es gelten für jede Stoffgruppe getrennt die höchsten Behandlungspunkte der jeweiligen Einzelmaßnahme (keine Addition)
	Bodenfilter (RBF, BF)	
Sedimentationsanlagen (RKB)	Versickerungsanlagen (VA2-VA4)	
	Bodenfilter (RBF, BF)	
Bodenfilter (RBF, BF)	Versickerungsanlagen (VA2-VA4)	

Maßnahmen zur Teilversickerung und Ableitung (A1, A2 und A4) können verfahrenstechnisch sinnvoll mit Versickerungsanlagen (VA1-VA4), Abscheidern (AL1, AL2), Sedimentationsanlagen (RKB) oder Bodenfiltern (RBF, BF) kombiniert werden. Abscheider (AL1, AL2) oder Sedimentationsanlagen (RKB) sind notwendig vor Versickerungsanlagen (VA4) oder Bodenfiltern (RBF, BF). Bei Versickerungsanlagen (VA2 und VA3) können sie eine sinnvolle Vorstufe darstellen. Die Kombination von Bodenfilter und Versickerungsanlage kann bei besonderen Anforderungen notwendig werden.

Tabelle 2.3: Abflussbelastung

	Stoffgruppe	partikuläre Stoffe	gelöste Stoffe	MKW
	Herkunftsbereich des Niederschlagsabflusses			
	Unbelastetes (= unverschmutztes) Niederschlagswasser			
1	getrennt trassierte Fuß- und Radwege	-	-	-
	Schwach belastetes (= gering verschmutztes) Niederschlagswasser			
2	Kreisstraßen, zwischenkommunale Straßen- und Wegeverbindungen mit geringem Verkehr (bis etwa 2.000 Kfz/d) und ohne besondere Nutzungen	2	1	3
	Stark belastetes (= stark verschmutztes) Niederschlagswasser			
3	Kreisstraßen, zwischenkommunale Straßen- und Wegeverbindungen mit mehr als geringem Verkehr, Landes- und Bundesstraßen (bis etwa 15.000 Kfz/d)	3	2	3
4	Bundesautobahnen, Landes- und Bundesstraßen mit starkem Verkehr (ab etwa 15.000 Kfz/d)	4	3	3
5	Verkehrs- und Stellflächen auf Rastanlagen, Großparkplätze mit häufiger Frequentierung	4	3	4
6	Straßen und Wege mit Zufahrt zu Misch-, Gewerbe- und Industriegebiet mit Transport von Schüttgütern	3	2	3
7	wassergefährdenden Stoffen	2	2	4
8	mit Zufahrt zu Abwasserbehandlungs- und Abfallentsorgungsanlagen	3	2	3
9	mit regelm. landwirtschaftlichen Verkehr	3	1	3
10	mit regelm. militärischer Verkehr	3	1	3
	max. Belastungspunkt je Spalte			

Belastungspunkte

- keine Behandlung erforderlich

1 unbelastet



2

3

4 stark belastet

Tabelle 2.4: Einleitungssituation

	Stoffgruppe	partikuläre Stoffe	gelöste Stoffe	MKW
Einleitungssituation				
Versickerung in den Untergrund				
1	ungünstige Randbedingungen gemäß Definition	-	-	-
2	Emissionsanforderungen	1	1	1
3	in WSZ IIIA + IIIB ¹⁾²⁾ für Grundwasser	1	1	1
4	in WSZ II und III einer Trinkwassertalsperre ¹⁾⁴⁾	1	0	1
5	Karstgebiete ohne Verbindung zu Trinkwassergewinnungsgebieten ⁶⁾			
Einleitung in Oberflächengewässer				
von Einleitungen frei zu haltende Gewässer oder				
6	Gewässerabschnitte gemäß Definition	-	-	-
7	Emissionsanforderungen	1	1	1
8	im Mittelgebirge: Gewässergüte I-II <u>und</u> Strukturgüte 2, Gewässergüte I oder Strukturgüte 1	0	0	0
9	im Tiefland: Gewässergüte I-II und besser oder Strukturgüte 2 und besser			
10	Laichgewässer für Salmoniden			
11	Fließgewässer mit einem Standgewässer unterstrom innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ			
12	Standgewässer			
13	Fließgewässer mit sehr geringen Fließgeschwindigkeiten ($v_m < \text{ca. } 0,1 \text{ m/s}$ bei MQ)	0	1	1
14	Fließgewässer mit WSZ III, IIIA, II oder I für Grundwasser unterstrom innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ ¹⁾	1	1	1
15	Fließgewässer in WSZ IIIA + IIIB ¹⁾³⁾ für Grundwasser			
16	Fließgewässer mit WSZ III, II oder I einer Trinkwassertalsperre unterstrom innerhalb von 2 h Fließzeit bei MQ ¹⁾			
17	Fließgewässer in WSZ II+III ¹⁾⁴⁾⁵⁾ einer Trinkwassertalsperre	1	0	1
18	ausgewiesene Badegewässer und soweit erforderlich ihre Oberläufe	0	0	0

Bestimmungen nach RiStWag (2002):

- ¹⁾ sofern nicht im Detail in der WSG-Verordnung geregelt
- ²⁾ Nachweis der ausreichenden Grundwasserüberdeckung gemäß RiStWag (2002) erforderlich
- ³⁾ Einleitung nur aus zwingenden Gründen möglich
- ⁴⁾ sofern das Hinausleiten des Niederschlagswassers nicht nötig/möglich ist
- ⁵⁾ Einleitung nur, wenn eine Versickerung nicht möglich ist
- ⁶⁾ Nachweise und ggf. Einzelfallregelung erforderlich

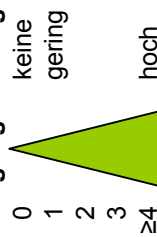
Anforderung

- Versickerung/Einleitung nicht tolerierbar
- 0 weitergehende Anforderung gemäß Gewässerschutz und/oder -nutzung
- 1 Anforderungen gemäß Emissionsprinzip

Tabelle 2.5: Behandlungsmaßnahmen

	Stoffgruppe	partikuläre Stoffe	gelöste Stoffe	MKW
Erläuterung				
Versickerungsanlagen				
1	VA1	Versickerung über Böschung oder ebene Fläche (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	4	2
2	VA2	Versickerungsgraben/-mulde (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	4	2
3	VA3	Mulden-Rigolen-Element ohne Ableitung (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	4	2
4	VA4	Versickerungsbecken sowie Absetzbecken und Leichtstoffabscheidermit (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	4	2-3
5	VA5	Flächenförmige Versickerung über wasserdurchlässige Befestigung, die den DIBt-Zulassungsgrundsätzen entspricht	4	2
Ableitung + Teilversickerung				
6	A1	Teilversickerung in Straßenseitengräben und Sammlung über Straßenseitengräben mit Absetzfunktion	1	2
7	A2	Teilversickerung in Straßenseitengräben und Sammlung über Straßenseitengräben ohne gezielte Absetzfunktion	0-1	1-2
8	A3	Teilversickerung in Mulden-Rigolen-System und Ableitung (belebte Bodenzone ≥ 20 cm)	4	2
9	A4	Flächenförmige Versickerung über wasserdurchlässige Befestigung, die den DIBt-Zulassungsgrundsätzen entspricht und Ableitung	4	2
Abscheider				
10	AL1	Abscheider nach RiStWag	1	2
11	AL2	Abscheider nach RiStWag mit optimiertem Zulauf	2-3	2
Sedimentationsanlagen				
12	RKBoD1	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss oder nur zeitweiligem Drosselabfluss zur Beckenentleerung nach Regenende	1	1
13	RKBoD2	Regenklärbecken ohne Dauerstau mit ständigem Drosselabfluss	1	2
14	RKBmD	Regenklärbecken mit Dauerstau	1	1
Filteranlagen				
15	RBF	Retentionsbodenfilter nach MUNLV [2003]	4	2-3
16	BF	Bodenfilterfläche/-strecke	4	2
Summe der Behandlungspunkte				

Reinigungsleistung / Behandlungspunkte



2.2.4 Emissionsanforderungen

Auf Grundlage des in Kapitel 2.2.3 erläuterten Auswahlverfahrens sind nachfolgend die möglichen Behandlungsanlagen aufgeführt, die sich ohne Berücksichtigung immissionsbezogener Anforderungen ergeben.

Unbelastetes Niederschlagswasser von getrennt trassierten Fuß- und Radwegen kann grundsätzlich ohne Behandlung in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet oder versickert werden

Für die Versickerung oder Behandlung von **schwach belastetem Niederschlagswasser** von Kreis- und Landesstraßen sowie zwischengemeindlichen Straßen- und Wegeverbindungen mit geringem Verkehr und ohne besondere Nutzungen sollen vorzugsweise die nachfolgend aufgeführten Verfahren angewendet werden:

- Versickerungsanlagen VA1 bis VA5
- Ableitung und Teilversickerung A1, A3, A4
- Abscheider AL1 und AL2
- Sedimentationsanlage RKB0D2
- Filteranlagen RBF, BF
- Verfahrenstechnisch sinnvolle Anlagenkombinationen gemäß Kapitel 2.2.3

Für die Versickerung oder Behandlung von **stark belastetem Niederschlagswasser** sollen vorzugsweise die nachfolgend aufgeführten Verfahren angewendet werden:

- bei Kreis- und Landesstraßen sowie zwischengemeindlichen Straßen- und Wegeverbindungen mit mehr als geringem Verkehr und Bundesstraßen
 - Versickerungsanlagen VA1 bis VA4
 - Ableitung und Teilversickerung A3
 - Filteranlagen RBF, BF
 - Verfahrenstechnisch sinnvolle Anlagenkombinationen
- bei Bundesautobahnen sowie Landes- und Bundesstraßen mit starkem Verkehr sollen vorzugsweise die nachfolgend aufgeführten Verfahren angewendet werden:
 - Versickerungsanlagen VA1 bis VA4
 - Ableitung und Teilversickerung A3
 - Filteranlagen RBF
 - Verfahrenstechnisch sinnvolle Anlagenkombinationen gemäß Kapitel 2.2.3

2.3 Rückhaltung des Niederschlagsabflusses

2.3.1 Erfordernis der Rückhaltung

Einleitungen von Niederschlagsabflüssen aus Siedlungsgebieten und von Straßen verändern die Abflussverhältnisse in Fließgewässern, so dass die Belange von Hochwasserschutz und Gewässerökologie betroffen sein können. Die Morphologie und die Biozönose eines Gewässers werden durch das hydrologische Regime maßgeblich mit geprägt. Die hydraulische Wirkung erfolgt über die Fließgeschwindigkeit und die Sohlschubspannung, die vom Gewässer- und Einleitungsabfluss sowie der Gewässermorphologie abhängen. Die plötzlich auftretenden, schnell ansteigenden Abflusswellen infolge der Einleitung von Niederschlagsabflüssen

sen weisen eine erheblich veränderte Abflussdynamik im Vergleich zu natürlichen Hochwasserabflüssen auf. Ökologisch bedeutsam sind zudem die Häufigkeit und Dauer kritischer Belastungen, die Stabilität von Refugien und das Wiederbesiedlungspotenzial. Die unterschiedlichen Auswirkungen hydraulischer Belastungen werden mit dem Begriff "hydraulischer Stress" zusammengefasst. In Gewässern, deren Einzugsgebiete mehr als etwa 2 % versiegelte Fläche aufweisen, muss bei ungünstigen Verhältnissen mit einer relevanten hydraulischen Belastung durch Niederschlagsabflüsse von befestigten Flächen gerechnet werden.

Die Erfordernis einer Rückhaltung und verzögerten Einleitung von Niederschlagsabflüssen können sich aus den Belangen des Hochwasserschutzes, der Gewässerökologie oder beiden gemeinsam ergeben. Die Größe und Überschreitungshäufigkeit der zulässigen Drosselabflüsse von Rückhaltemaßnahmen ergeben sich aus dem Hochwasserschutzkonzept und dem Immissionsnachweis. Dieser kann als vereinfachter oder detaillierter Nachweis gemäß Merkblatt BWK M3 in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde erfolgen. Dabei werden alle Einleitungen, die einen Gewässerabschnitt gemeinsam beeinflussen, betrachtet.

Die zulässigen Drosselabflüsse werden für die gesamte befestigte Straßenfläche bestimmt. Durch Maßnahmen zur Verbesserung der Strukturgüte des betroffenen Gewässers können die zulässigen Einleitungsabflüsse sowie die Überlaufhäufigkeiten der Rückhaltemaßnahmen gemäß Immissionsnachweis erhöht werden.

Weitere Anforderungen zur Rückhaltung können sich auch aus Maßnahmenprogrammen nach § 36 WHG, Erfordernissen gemäß § 87 LWG oder anderen einschlägigen Regelungen des Landes NRW ergeben.

2.3.2 Maßnahmen zur Rückhaltung

Die Rückhaltung der Niederschlagsabflüsse von Straßen kann durch eine gedrosselte Einleitung in Gewässer oder eine Versickerung erzielt werden.

Versickerungsanlagen (Anlagen VA1-VA5) können als Maßnahme zur vollständigen Rückhaltung der Niederschlagsabflüsse angesehen werden, wenn sie auch im Überlastungsfall nicht zu einer unzulässigen hydraulischen Belastung eines Oberflächengewässers beitragen. Maßnahmen zur Teilversickerung (Anlagen A1-A4) können bei Berechnungen zur Dimensionierung und Nachweis von Rückhaltemaßnahmen als abflussmindernd in Rechnung gestellt werden.

Regenrückhalteanlagen verfügen als wesentliche Bestandteile über einen Rückhalteraum, eine Drosseleinrichtung und einen Notüberlauf. Die Belange von Hochwasserschutz und Gewässerökologie führen in der Regel zu unterschiedlichen Drosselabflüssen und Überschreitungshäufigkeiten, die sinnvoller Weise durch eine Lamellenbewirtschaftung in einer

Regenrückhalteinlage zu realisieren sind. Als Rückhalteinlagen können die in der folgenden Tabelle aufgeführten Anlagen dienen.

Tabelle 2.6: Maßnahmen zur Rückhaltung und ihre Wirkungsweise

Kürzel	Erläuterung	Wirkungsweise	Kapitel Nr.
	Regenrückhalteinlagen		
RRB	Regenrückhaltebecken	Drosselung des Abflusses	-
	Bodenfilter		
RBF	Retentionsbodenfilter nach MUNLV [2003]	Drosselung des Abflusses	4.15

2.4 Immissionsnachweis

2.4.1 Grundsatz

Bei Niederschlagswassereinleitungen ist grundsätzlich ein Immissionsnachweis hinsichtlich der stofflichen und hydraulischen Belastungen zu führen. Aufgrund der qualitativen Zusammensetzung der Niederschlagsabflüsse kann sich der stoffliche Nachweis im Regelfall auf Gewässer mit besonderen Güteanforderungen beschränken

Einleitungen des von Straßen abfließenden Oberflächenwassers können morphologische Veränderungen am Gewässer hervorrufen. Sie sind daher zur Vermeidung von Abflussspitzen und Erosion im Gewässer zu begrenzen. Der Nachweis ist gemäß BWK Merkblatt 3 zu führen. Darüber hinaus geben die Ansätze im Merkblatt DWA M-153 wichtige Hinweise auf die Abhängigkeit von Einleitungen (Überlagerung der Abflüsse) und Bagatellgrenzen.

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit ist zunächst zu prüfen, welche Einzeleinleitungen unterhalb der Bagatellgrenze liegen. Für alle anderen Einleitungen müssen im Rahmen der Planung die einzelnen Einleitungen auf ihr Zusammenwirken mit anderen Einleitungen aus Misch-, Trenn- und Straßenentwässerungssystemen hin untersucht und abgestimmt werden.

Bei Einleitungen in stark veränderte natürliche Gewässer und künstliche, naturfern angelegte Gewässer sowie offene Regenwasserkanäle ist grundsätzlich die Anwendung des BWK M 3 erforderlich. Die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen kann im Einvernehmen mit der Wasserwirtschaftsverwaltung im Rahmen eines langfristig umzusetzenden Stufenkonzepts durchgeführt werden. Rückhaltemaßnahmen können jedoch aus Sicht des Hochwasserschutzes erforderlich werden.

2.4.2 Vorgehensweise bei der Immissionsbetrachtung

Die Immissionsbetrachtung auf Grundlage des Merkblattes BWK M3 erfolgt nicht punkt- sondern linienbezogen für größere Gewässerabschnitte, soweit sie von Niederschlagswassereinleitungen eines Siedlungsgebietes betroffen sind. Hierzu ist die Festlegung eines geschlossenen Siedlungsgebietes erforderlich. Im Sinne der Bewirtschaftungsgrundsätze nach BWK M3 und der EG-Wasserrahmenrichtlinie sind hierbei alle Einleitungen, gleich welcher Herkunft, zu berücksichtigen. Mit Ausnahme der größeren Einleitungen von Autobahnen und Bundesstraßen, kann aus Gründen der Verhältnismäßigkeit die Abgrenzung des geschlossenen Siedlungsgebietes ohne die außerhalb der Ortschaft liegenden Einleitungen von Oberflächenabflüssen der Straßen erfolgen. Anderenfalls würde, z. B. bei parallel zum Gewässer verlaufenden Straßen, die Vielzahl der Einleitungsstellen den Einflussbereich des geschlossenen Siedlungsgebietes immer weiter ausdehnen und ein vereinfachter Nachweis wäre nicht mehr möglich.

2.4.2.1 Einleitungen innerhalb geschlossener Siedlungsgebiete

Alle Einleitungen von Oberflächenabflüssen der Straßen innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes, die nicht unter die Bagatellgrenze fallen, sind mit den anderen kommunal-

len Einleitungen abzustimmen. Hierzu sind entsprechende Gespräche mit den Kommunen und Aufsichtsbehörden zu führen und die zulässigen Einleitungsmengen im Rahmen einer Gesamtplanung gemäß BWK M3 festzulegen. Ergibt sich aus der Gesamtbetrachtung kein Bewirtschaftungsspielraum, sind die Einleitungsabflüsse gemäß Kapitel 2.4.3 zu beschränken.

2.4.2.2 Einleitungen außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten

Außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten ist für alle Einleitungen an Gewässern, die die Bagatellgrenze überschreiten, entweder ein vereinfachter Nachweis des zulässigen Einleitungsabflusses als Einzeleinleitung nach Kapitel 2.4.3.2 oder ein detaillierte Nachweis gemäß BWK M3 zu führen.

2.4.3 Ausnahmen von der immissionsorientierten Nachweisführung

2.4.3.1 Bagatellgrenzen

Auf die Schaffung von Rückhalteräumen und der Nachweisführung gemäß BWK M3 kann i. d. R. in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde verzichtet werden, wenn eine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt ist:

1. Die Einleitung erfolgt in einen Fluss mit einer mittleren Wasserführung (MQ) von mindestens 50 m³/s.
2. Der Einleitungsabfluss für eine statistische Wiederkehrzeit von einem Jahr ist ≤ 10 l/s.
3. Die befestigten Flächen (A_u) betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m nicht mehr als 2000 m².

2.4.3.2 Nachweis als Einzeleinleitung

Eine Abstimmung mit anderen Einleitungen von Niederschlagsabflüssen ist nicht erforderlich, wenn ein Nachweis der Rückhaltung auf folgendem Wege durchgeführt wird.

Um die Belange des Gewässerschutzes einzuhalten, gilt abgeleitet aus den Anforderungen nach BWK M 3 für die zulässige Einleitungsabflussspende:

$$q_{E1,zul} < \beta \cdot \frac{Hq_{1,pnat}}{100} \quad \text{mit } \beta = \left(1,0 + \frac{x}{\alpha}\right)$$

mit	q _{E1,zul}	l/(s ha)	zulässige Einleitungsabflussspende
	Hq _{q,pnat}	l/(s km ²)	potenziell naturnahe jährliche Hochwasserabflussspende
	x	-	Faktor für die zulässige Abflusserhöhung durch anthropogene Einflüsse, ohne besonderen Nachweis x=0,1
	α	-	Quotient aus undurchlässiger Fläche A _u (gemäß DWA A 198) und dem oberirdischen Einzugsgebiet A _{E0} bis zur Einleitungsstelle

Für die betroffenen Gewässer können die Werte $Hq_{1,pnat}$ und x bei den zuständigen Stellen der Wasserwirtschaftsverwaltung abgefragt werden. Der Wert x kann gewässerspezifisch mit einem hydrologischen Modell oder auf Basis von Pegeldata ermittelt werden. Die Größenordnungen für $Hq_{1,pnat}$ können dem Merkblatt BWK M3 Anhang 4 entnommen werden.

Für die Ermittlung von α gilt:

- Innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes gemäß BWK M3 ist A_u für das gesamte Siedlungsgebiet einschließlich der Straßenflächen zugrunde zu legen. Die Größe für A_u ist mit der Kommune abzustimmen. Eine Koordination mit den Planungen der im geschlossenen Siedlungsgebiet liegenden Kommunen ist ratsam, jedoch im Rahmen der Einzeleinleitungsregelung nicht zwingend notwendig.
- Außerhalb geschlossener Siedlungsgebiete ist A_u als Summe aller Straßenflächen im Einzugsgebiet des betreffenden Gewässerabschnittes zwischen zwei geschlossenen Siedlungsgebieten zu ermitteln.

Anhaltswerte für β und $q_{E1,zul}$ sind in Tabelle 2.7 enthalten.

Tabelle 2.7: Anhaltswerte für β und $q_{E1,zul}$

$Hq_{1,pnat}$ [l/(s km ²)]		100	200	300	400	500	600
$\alpha=A_u/A_{E0}$	β	$q_{E1,zul}$	$q_{E1,zul}$	$q_{E1,zul}$	$q_{E1,zul}$	$q_{E1,zul}$	$q_{E1,zul}$
-	-	l/(s ha)	l/(s ha)	l/(s ha)	l/(s ha)	l/(s ha)	l/(s ha)
0,005	21,0	21	42	63	84	105	126
0,01	11,0	11	22	33	44	55	66
0,015	7,7	8	15	23	31	38	46
0,02	6,0	6	12	18	24	30	36
0,03	4,3	4	9	13	17	22	26
0,04	3,5	4	7	11	14	18	21
0,05	3,0	3	6	9	12	15	18
0,06	2,7	3	5	8	11	13	16
0,07	2,4	2	5	7	10	12	15
0,08	2,3	2	5	7	9	11	14
0,09	2,1	2	4	6	8	11	13
0,10	2,0	2	4	6	8	10	12

Wird auf eine gebietsspezifische Ermittlung von α und $Hq_{1,pnat}$ verzichtet, so sind die zulässigen Einleitungsabflussspenden nach Tabelle 2.8 zugrunde zu legen:

Tabelle 2.8: Zulässige Einleitungsabflussspenden ohne Berücksichtigung von α und $Hq_{1,pnat}$

	Tiefland		Mittelgebirge
	hohe und mittlere Wasserdurchlässigkeit der Böden	geringe Wasserdurchlässigkeit der Böden	
$q_{E1,zul}$ [l/(s ha)]	3	7	10

Anmerkung: Die o.g. Werte könnten auch nach Gewässertypen spezifiziert werden. Hierzu wären die entsprechenden Fachleute der StUA einzubeziehen.

Zur Einhaltung der Belange des Gewässerschutzes sind die Regenrückhaltemaßnahmen so zu dimensionieren, dass die Drosselabflussspende $q_{E1,zul}$ mit einer Häufigkeit gemäß Tabelle 2.9 nicht überschritten wird.

Zur Einhaltung der Belange des Hochwasserschutzes können zusätzlich andere, zumeist höhere Drosselabflussspenden für Ereignisse mit geringeren Häufigkeiten erforderlich sein. In diesen Fällen kann ein zweistufiger Drosselabfluss zweckmäßig sein. Die zulässigen Werte von Drosselabfluss und Überschreitungshäufigkeit sind von der zuständigen Stelle der Wasserwirtschaftsverwaltung zu erfragen.

Tabelle 2.9: Zulässige Überlaufhäufigkeiten für Regenrückhaltemaßnahmen (BWK M3)

	n = 0,5	n = 1,0	n = 2,0
besonders schutzwürdiges Gewässer *	Ja		
Wiederbesiedlungspotential**	nicht erhoben kein oder gering***	mittel	hoch

*: im Mittelgebirge: Gewässergüte I - II und Strukturgüte 2 ,Gewässergüte I oder Strukturgüte 1
im Tiefland: Gewässergüte I - II und besser oder Strukturgüte 2 und besser

Einschränkende Definition der besonderen Schutzwürdigkeit:

Ursprünglich oder aufgrund von Renaturierungen naturnahe Gewässer und Gewässerabschnitte weisen nur dann ein besonderes Schutzbedürfnis auf, wenn sie nicht bereits von NWE (oberhalb des 1,1 HQ_{1nat} -Grenzwertes und $n = 0,5/a$) belastet werden. Ebenso begründen strukturverbessernde Maßnahmen, die unmittelbar im Zusammenhang mit einer NWE-Planung stehen und sowohl eine Erhöhung des Wiederbesiedlungspotentials als auch der Gewässerstrukturgüte (bis in die bes. schutzwürdigen Werteklassen) bewirken, keine besondere Schutzbedürftigkeit des betroffenen Abschnitts. Die Versagenhäufigkeit ist in diesen Fällen ausschließlich gemäß dem geschaffenen Wiederbesiedlungspotential festzulegen.

** : Bei nachgewiesener massiver und irreversibler Beeinträchtigung des Gewässerbetts (z.B. bei Verrohrung längerer Abschnitte oder Verbauung mit Sohlbefestigungen) ist eine vom Wiederbesiedlungspotential unabhängige Festlegung der Überlaufhäufigkeit auf $n = 1,0$ vorzunehmen.

***: Bei fehlendem oder geringen Wiederbesiedlungspotential haben strukturverbessernde Maßnahmen innerhalb des Gewässers zur Erhöhung des Wiederbesiedlungspotentials Vorrang vor emissionsseitigen Maßnahmen zur Erhöhung des Retentionsvolumens.

3 Gewässerbezogene Planungsmethodik

3.1 Grundzüge der Planungsmethodik

Die Bewertung aller Einleitstellen eines Gewässers und die Ableitung/Planung der notwendigen Sanierungsmaßnahmen erfordern eine systematische Vorgehensweise. Nachfolgend werden die erforderlichen Untersuchungen und Bearbeitungsschritte in ihren Grundzügen kurz vorgestellt. Die Ablaufpläne in Bild 3.1 und 3.2 geben hierzu einen Überblick. In den Kapiteln 3.2 werden anschließend zu den Arbeitsschritten wichtige Fragen zur Organisation und Durchführung angesprochen.

Eine Bewertung der Einleitsituation steht heute flächendeckend für Gewässer noch nicht zur Verfügung. Eine **Veranlassung** zur Betrachtung größerer Kontrollräume gem. Planungsmethodik für das Gesamteinzugsgebiet eines Gewässers nach Bild 3.2 stellt in der Regel eine auslaufende Einleitungsgenehmigung oder die Aufstellung eines Bewirtschaftungsplanes dar. Mit den Aufsichtsbehörden ist abzustimmen, ob und in welchen zusammenhängenden Gewässerabschnitten eine Bewertung aller Einleitungen vorzunehmen ist. Darüber hinaus ist der Träger der Untersuchungen festzulegen. Für die Fälle, in denen eine gewässerdeckende Betrachtung wünschenswert aber nicht erforderlich ist, z. B. bei Neuplanungen, kann ein Einzelnachweis für die Einleitstelle nach Bild 3.1 vorgenommen werden.

Bei den **stofflichen und hydraulischen Betrachtungen** sind sowohl Emissions- als auch Immissionsnachweise zu führen. Für die Einleitungen des Oberflächenabflusses einer Straße gelten die Ausführungen zum Kapitel 2. Bei Überlagerung mit kommunalen Einleitungen sind auch die Anforderungen an die Kanalisation und deren Regenwasserbehandlungsanlagen zu berücksichtigen.

Die **Bewertung** der hydraulischen Betrachtung als Grundlage für die Festlegung des Handlungsbedarfes ist zunächst **für das Gesamtgebiet** und unter Ausschöpfung des Bewirtschaftungspotentials gem. BWK-M3 **für jede Einleitungsstelle** vorzunehmen.

Zwischen den rechnerischen Nachweisen und den Beobachtungen vor Ort bestehen häufig deutliche Differenzen. Die Ursache liegt in den aus praktischen Gründen bewusst vorgenommenen Vereinfachungen bei den Nachweisen und den zur Kompensation meist resultierenden höheren Grenzwerten. Andererseits können nicht immer alle Einflüsse auf das Gewässer rechnerisch erfasst werden. Bevor entsprechende Sanierungen oder weitere aufwändige Untersuchungen geplant werden, sollte der Grad der tatsächlichen Gewässerbeeinträchtigung durch eine **Gewässerbegehung** vor Ort überprüft werden.

In der **Beurteilung des Gewässers** werden alle Informationen zusammengefasst. Hierbei sind insbesondere der Grad der Gewässerbeeinträchtigung durch die Gewässernutzungen und der weitere erforderliche Untersuchungsbedarf festzulegen. Die Vorgehensweise bei der

hydraulischen Nachweisführung für die Sanierungsplanung wird dann anhand der Anzahl der Einleitstellen mit erkennbarer Gewässerbeeinträchtigung festgelegt. Ggf. sind detaillierte Nachweise zur Klärung des Überlagerungsverhaltens der Einzeleinleitungen oder kontinuierliche Messungen im Gewässer erforderlich.

Nach Abschluss der Gewässerbeurteilung kann der **Handlungsbedarf** festgelegt werden. Hierbei werden zunächst nur die sicher sanierbaren Einleitstellen berücksichtigt. Ein effektiver Einsatz von Mitteln wird durch die Erstellung einer Prioritätenliste unterstützt.

Die Wahl der Maßnahmen und Anlagen muss sich immer an den örtlichen Verhältnissen orientieren. Hierbei ist zu klären, in wie weit eine Kombination mit anderen Gewässerschutz- oder Behandlungsmaßnahmen sinnvoll, möglich oder sogar zwingend erforderlich ist.

Für die **Planung und Dimensionierung der Anlagen** werden aus den stofflichen und hydraulischen Betrachtungen Anforderungen an die Einleitungen festgelegt.

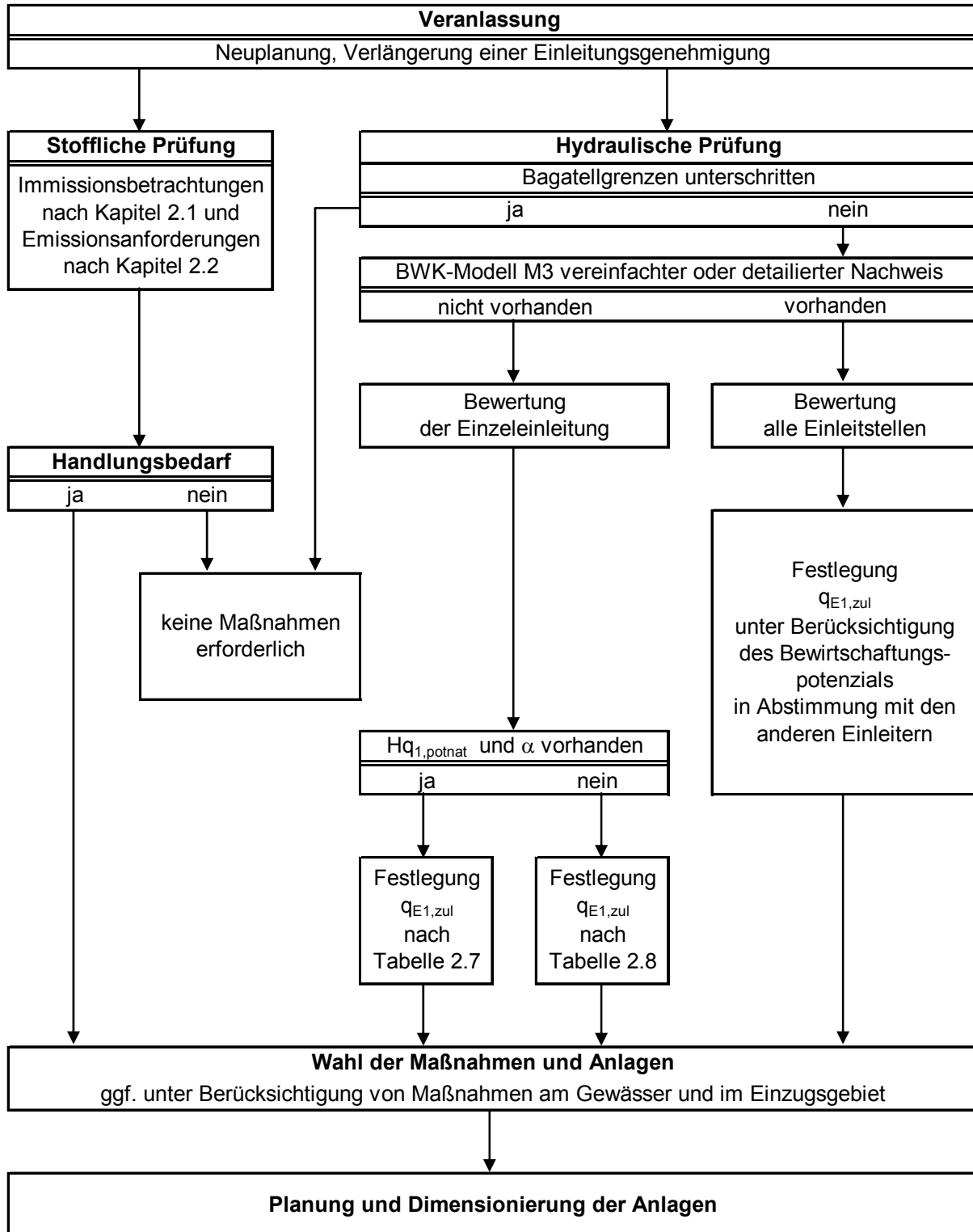


Bild 3.1: Planungsmethodik für eine Einzeleinleitung

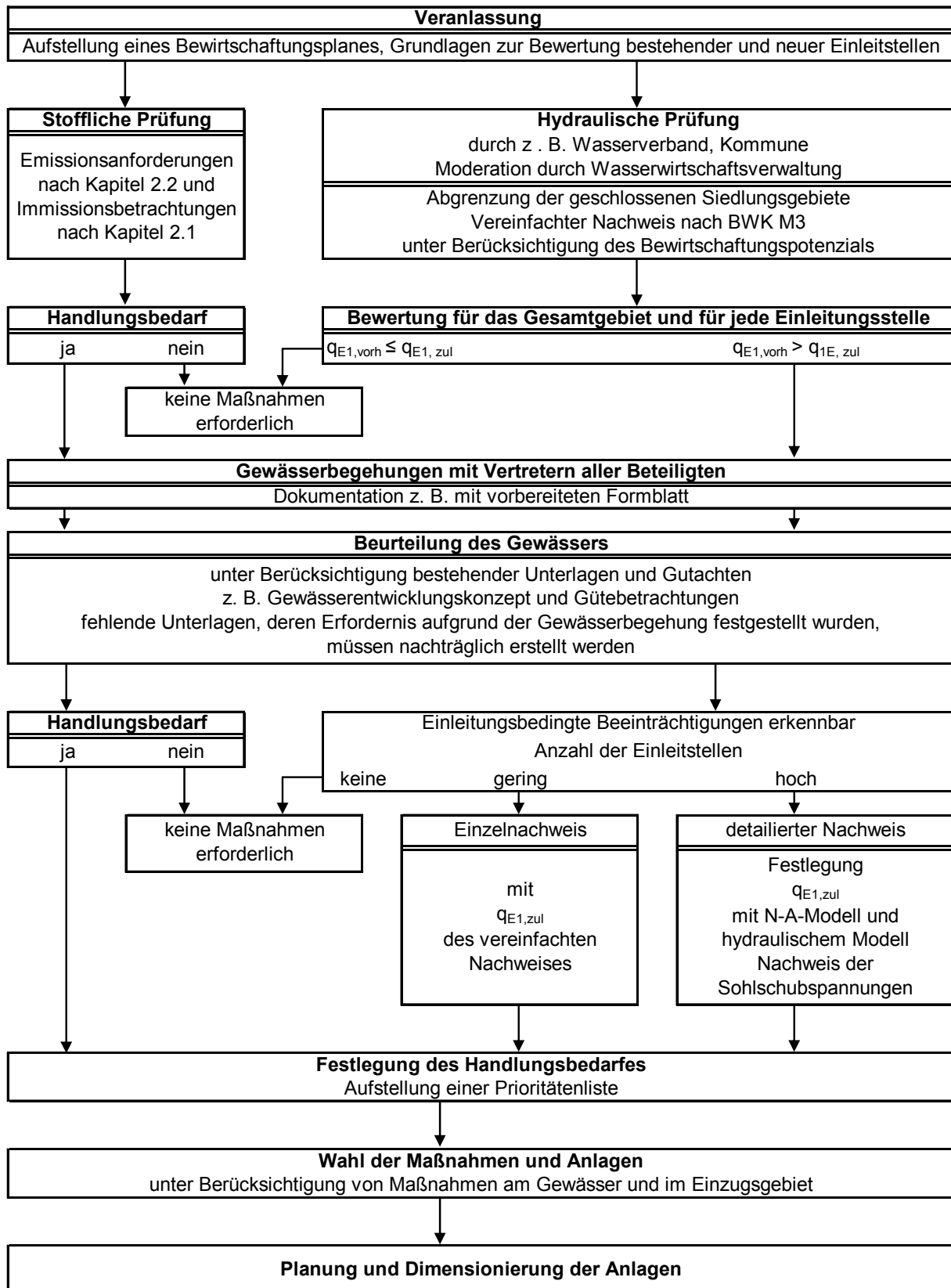


Bild 3.2: Planungsmethodik für das Gesamteinzugsgebiet eines Gewässers

3.2 Organisation und Durchführung

3.2.1 Träger der Untersuchungen

Die erforderlichen Untersuchungen in einem geschlossenen Siedlungsgebiet bzw. Kontrollraum (s. Kapitel 3.2.2) sind in der Regel von Kommunen in Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden aufzustellen, weil:

- überwiegend kommunale Einleitungen betroffen sind und wasserrechtliche Auflagen sie dazu verpflichten
- unterschiedliche Fachgebiete, wie z.B. Landschaftsplanung und Kanalisation zusammengeführt werden müssen
- ggf. Grunderwerb erforderlich ist
- ggf. Zuschussanträge für Maßnahmen am Gewässer zu stellen sind
- ggf. Ausbauverfahren nach §31 WHG erforderlich sind, von denen mehrere Grundstückseigentümer betroffen sein können
- die Kommune für die Gewässer die unterhaltungspflichtige Körperschaft ist

Dort wo die Gewässerunterhaltung einem Wasserverband übertragen wurde, tritt dieser hauptverantwortlich für die Gewässergesamtplanung und die erforderlichen Untersuchungen auf. Der Straßenbau und andere Gewässernutzer (z. B. gewerbliche Direkteinleiter) sind mit einzubeziehen. Diese müssen die erforderlichen Unterlagen und Informationen über ihre Einleitungsstellen umfassend zur Verfügung stellen. Fehlen wichtige Daten, sind sie vom Gewässernutzer zu erheben. Anhand eines vorher festzulegenden Verteilungsschlüssels (z. B. anhand des Anteils der abflusswirksamen versiegelten Flächen) müssen sich alle Einleiter an den Untersuchungskosten beteiligen. Die Wasserwirtschaftsverwaltung kann hier die Moderation übernehmen.

Außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten müssen die erforderlichen Untersuchungen ggf. vom Straßenbaulastträger selber durchgeführt werden, wenn kein Wasserverband verantwortlich ist und die Straßeneinleitungen dominieren.

3.2.2 Grundlagenermittlung und Durchführung der stofflichen und hydraulischen Betrachtungen

Für die Begrenzung von Schadstoffeinleitungen und die Begrenzung des Abflusses zur Vermeidung von Erosion im Gewässer bestehen Emissions- und Immissionsanforderungen nach Landesrecht. Beide Betrachtungsweisen sind gleichrangig zu beachten. Die Bewertung bestehender und neuer Einleitungen in die Gewässer untergliedert sich dabei in eine stoffliche und eine hydraulische Betrachtung.

Aufgrund unterschiedlicher Zielgrößen muss der Emissionsnachweis für Einleitungen unterschiedlicher Flächenherkunft getrennt durchgeführt werden. Für die Mischwasserkanalisationen der Siedlungsflächen erfolgt dieser in der Regel durch Nachweis der Schmutzfracht-

oder Wassermengentlastung an den Überlaufbauwerken. Für die Trennkanalisation bestehen je nach Flächenbelastungen Auflagen für die Regenwasserbehandlung. Der Abfluss ist auf das natürliche Maß zu reduzieren. Bei den Oberflächenabflüssen von Straßen sind die Betrachtungen nach Kapitel 2.1 zu beachten.

Der Immissionsnachweis wird auf Grundlage des BWK-Merkblattes M3 geführt. Für die Straßenabflüsse sei hier zusätzlich auf die Kapitel 2.2 und 2.4 verwiesen.

Die im Rahmen der Planungsmethode durchzuführenden Arbeitsschritte zur Abgrenzung des zu betrachtenden Kontrollraumes, der Datenerhebung und der Prüfungen der Einleitungsstellen wurden an den bereits genannten Projektbeispielen „Wahnbach“ und „Nette“ erprobt und nachfolgend beschrieben. Hier werden darüber hinaus nur die für die Planungsmethodik wichtigen Erkenntnisse der Bewertung benannt. Eine detaillierte Zusammenstellung der Ergebnisse der Bewertungen ist im Anhang A3 zu finden.

Festlegung des Siedlungs- bzw. Kontrollgebietes

Wesentlicher Bestandteil der Bewertungen von Einleitungen ist die Immissionsbetrachtung nach BWK-M3. Diese erfolgt nicht punkt- sondern linienbezogen für größere Gewässerabschnitte, soweit sie von den Niederschlagswassereinleitungen eines Siedlungsgebietes betroffen sind. Hierzu müssen so genannte geschlossene Siedlungsgebiete abgegrenzt werden, deren Emissionen einen gemeinsamen Einflussbereich haben. Dies ist für größere zusammenhängende Siedlungsflächen z. B. nach Tabelle 3, BWK-M3 möglich. Die Beeinflussung der Siedlungseinleitungen endet meist direkt unterhalb der Siedlung. Dies hat praktische Vorteile, da die erforderlichen Untersuchungen auf das Siedlungsgebiet begrenzt und die Zuständigkeiten hierfür eindeutig geregelt sind.

Im ländlichen Raum liegen in den Gewässereinzugsgebieten jedoch Streusiedlungen vor, die ähnlich den Straßenflächen in kürzeren Abständen von wenigen 100 m in die Fließgewässer entwässern. Bei Anwendung der Abstandslängen nach Tabelle 3, BWK-M3, die vor allem auf den stofflichen Wirkungsbereich innerhalb des Gewässers abzielen und damit große Längen aufweisen, ist dann wegen der geringen Abstände der Einleitungen eine sinnvolle Abgrenzung von geschlossenen Siedlungsgebieten nicht möglich. Das Gewässereinzugsgebiet muss dann als Ganzes betrachtet werden.

Die Einzugsgebiete „Wahnbach“ und „Nette“ sind typische Beispiele des ländlichen Raumes. Bei einer Anzahl von 33 bzw. 54 Siedlungseinleitungen auf einer Gewässerstrecke des Hauptgewässers von 20,7 km bzw. 28,2 km liegen die mittleren Abstände der Einleitstellen bei 627 m bzw. 522 m. Würde man die Vielzahl der Einleitungen von Straßenflächen hin zunehmen, verringert sich der mittlere Abstand nochmals beträchtlich. Eine Abgrenzung von geschlossenen Siedlungsgebieten gelingt in hydraulischer Sicht hier nur deshalb, weil z. B. künstliche Seen die hydraulische Beeinflussung der Gewässerstrecke unterbrechen. Für das

Projektbeispiel Wahnbach ergeben sich 2 geschlossene Siedlungsgebiete bzw. Kontrollräume, für das Projektgebiet Nette 10.

Kann ein Gewässereinzugsgebiet nicht mit einfachen Mitteln weiter in geschlossene Siedlungsgebiete untergliedert werden, ist zu prüfen, ob bei Betrachtung als Gesamtgebiet die Grenzen für den vereinfachten Nachweis überschritten werden. Bei längeren Gewässerabschnitten ist zu vermuten, dass eine Überlagerung der Einleitungsabflüsse nicht mehr vorliegt. Die Aufsummierung der vorhandenen Einleitmengen führt dann zu einem erhöhten, tatsächlich aber nicht erforderlichen Drossel- und Rückhaltebedarf. Für diese Fälle lohnt sich daher ein detaillierter hydrologischer und hydraulischer Nachweis, um das Überlagerungsverhalten der Abflüsse und die daraus entstehenden Belastungen des Gewässers realistischer darzustellen.

Zusammenstellung der erforderlichen Unterlagen

Als Grundlage für die Untersuchungen, insbesondere der Emissions- und Immissionsnachweise, sind die vorhandenen Daten und Unterlagen über das Gewässer und dessen Einzugsgebiet zusammenzustellen und auszuwerten. Hierzu zählen vor allem:

- Topographische Karte
- Hydrologische Gewässerkarte zur Abgrenzung des Einzugsgebietes
- Kanalkataster mit Information über die Einleitstellen
- Kanalnetzberechnungen und Schmutzfrachtnachweise
- Information über gewerbliche Direkteinleiter
- Information über Straßeneinleitungen
- Gewässergüte und Gewässerstrukturgüte
- Gewässerentwicklungskonzept

Fehlende Informationen müssen vor Ort erhoben werden. Dies gilt insbesondere für die Gewässerabmessungen und Gerinnerauhigkeiten, für die häufig keine genaueren Angaben vorliegen. Eine Fotodokumentation über das Gewässer und die Einleitstellen erleichtern später die Kontrolle und Nachweisführung.

Stoffliche Betrachtung

Die stoffliche Betrachtung wird gem. Kapitel 2.1 und 2.2 durchgeführt. Die erforderlichen Arbeitsschritte werden an den Beispielen Wahnbach und Nette im Anhang A3 aufgelistet.

Hydraulische Betrachtung

Der hydraulische Nachweis wird gem. Kapitel 2.4 durchgeführt. Hierbei ist sowohl für das Gesamtgebiet als auch für jede Einleitungsstelle der zulässige Einleitungsabfluss zu berechnen.

3.2.3 Gewässerbegehung

Wenn die zulässigen Einleitungsmengen bei der hydraulischen Betrachtung gemäß dem vereinfachten Nachweis nach BWK-M3 oder die Grenzwerte für die stoffliche Betrachtung nicht eingehalten werden, liegt ein Anfangsverdacht für eine nicht tolerierbare Gewässerbeeinträchtigung vor. Häufig kann diese jedoch vor Ort nicht oder nur teilweise bestätigt werden. Bevor aufwändige Sanierungslösungen geplant und realisiert werden oder aufwändige zusätzliche detaillierte Nachweise erarbeitet werden, sollte das weitere Vorgehen durch eine Gewässerbegehung mit Vertretern aller Beteiligten abgesichert werden.

Die Gewässerbegehung und deren Auswertung kann durch gezielte Vorbereitung eines Fragebogens optimiert werden. Die ortsspezifischen Erkenntnisse der Gewässerentwicklungskonzeption mit Beurteilung der Gewässergüte und Gewässerstrukturgüte sollten bereits berücksichtigt werden. Liegen diese noch nicht vor, müssen ggf. weitere Untersuchungen in Auftrag gegeben werden. Die gewonnenen Ergebnisse bzw. Entscheidungen sind in einem Protokoll festzuhalten.

3.2.4 Beurteilung des Gewässers

Die zusammengetragenen Unterlagen, Berechnungen, Prüfungen und die Eindrücke, die im Rahmen der Gewässerbegehung gewonnen werden, sind auszuwerten. Gegebenenfalls müssen fehlende Unterlagen oder Gutachten nachträglich erstellt werden.

Im Vordergrund steht die Frage nach einer erkennbaren oder zu erwartenden Gewässerbeeinträchtigung. Hierbei lassen sich zunächst die zwei einfachen Fälle unterscheiden:

- es liegt sowohl rechnerisch als auch vor Ort erkennbar / messbar keine Beeinträchtigung vor:
 - ⇒ es sind keine Maßnahmen erforderlich

- eine Beeinträchtigung liegt sowohl rechnerisch als auch vor Ort erkennbar / messbar vor:
 - ⇒ die Einleitstelle ist bei der Festlegung des Handlungsbedarfes zu berücksichtigen

Die Zahl der einleitungsbedingten Beeinträchtigungen bestimmt das weitere Vorgehen bei der hydraulischen Nachweisführung. Ist die Zahl gering, können für die Festlegung des Einleitungsabflusses die Werte des vereinfachten Nachweises nach BWK-M3 herangezogen werden. Bei hoher Anzahl von Beeinträchtigungen sollte das Überlagerungsverhalten der Einzeleinleitungen zur Abgrenzung der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen näher bestimmt werden. Der detaillierte Nachweis umfasst in der Regel sowohl die Aufstellung eines Niederschlag-Abfluss-Modells als auch den Vergleich der kritischen und vorhandenen Sohl Schubspannungen.

Für die Fälle, bei denen eine Beeinträchtigung aufgrund der Berechnungen und Bewertungen der Einleitung zu vermuten, aber nicht eindeutig nachzuweisen ist, sollte zunächst keine Sanierungsmaßnahme realisiert, sondern eine weitere Beobachtungszeitspanne mit Festlegung der Überwachungsprozedur festgelegt werden.

3.2.5 Festlegung des Handlungsbedarfes für das Gesamteinzugsgebiet

Im Gewässerentwicklungsplan werden Ziele und Zielgrößen für die Verbesserung der Gewässergüte und Gewässerstruktur definiert. In die Sanierungsplanung sind daher alle Einleitstellen aufzunehmen, die zum Erreichen der benannten Ziele erforderlich sind. Darüber hinaus lassen sich innerhalb des Einzugsgebietes im Zusammenspiel mit den anderen Gewässernutzungen in der Regel Schwerpunkte der Sanierung festmachen. Hieraus kann eine Prioritätenliste entwickelt werden, die sich in der Regel an folgender Reihenfolge orientiert:

- Entfernung oder Kompensation der nicht tolerierbaren Einleitungen
- Reduzierung der stofflichen Belastung in Reihenfolge der höchsten Differenz zwischen erforderlicher und vorhandener Behandlung an den Einleitungsstellen, nachgewiesen durch rechnerischen Nachweis oder Messungen
- Reduzierung des Einleitungsabflusses in Reihenfolge der größten örtlich festgestellten Gewässerbeeinträchtigungen (Sohl- und Gewässererosion)

3.2.6 Wahl der Maßnahmen und Anlagen

Bei der Wahl möglicher Maßnahmen ist zwischen geplanten und bestehenden Einleitungen zu unterscheiden.

Bei geplanten Einleitungen müssen die stofflichen und hydraulischen Anforderungen direkt an der Einleitungsstelle vollständig erfüllt werden, um den Bewirtschaftungsspielraum der bestehenden Anlagen nicht zu verringern. Eine Einleitung in die nach BWK-M3 von Einleitungen freizuhaltenen Gewässerabschnitte, wie in der Praxis häufig vorhanden, kann nicht toleriert werden. Die Prüfung und Ableitung der erforderlichen Maßnahme erfolgt im Rahmen der Planungsmethodik für eine Einzeleinleitung nach Bild 3.1. Hierdurch ergeben sich der erforderliche Behandlungsbedarf und die einzuhaltende Einleitungsspitze. Die Art der Behandlungsanlage ist von den örtlichen Verhältnissen für die Wasserführung und Rückhaltung abhängig. Ggf. bietet die Neuplanung einer Einleitung die Möglichkeit zur Sanierung und Zusammenlegung mit einer bestehenden Einleitung.

Zur Beschränkung des Sanierungsaufwandes für bestehende Einleitungen sollte der im BWK-M3 aufgezeigte Bewirtschaftungsspielraum sinnvoll ausgeschöpft werden. Die Suche nach der ortsspezifischen Maßnahme kann sich an folgenden Fragen orientieren:

- Können nicht tolerierbare Einleitungen aufgegeben werden?
(Verlegung der Einleitungsstelle, Umgestaltung der Einleitungsstelle mit Ableitung des Oberflächenabflusses in Versickerungsflächen, Kompensationsmaßnahmen im Gewässer)

- Sind Maßnahmen zur Reduzierung von angeschlossenen Flächen möglich?
(Versickerung, Entsigelung von Flächen, Reduzierung von Flächen)
- Lassen sich Einleitungen zusammenfassen und gemeinsam behandeln?
(für kleinere Einleitungsmengen lohnt sich der Aufwand für die Rückhaltung meist nicht; die Zusammenfassung von Einleitungen verschiedener Herkunftsflächen ist wegen der unterschiedlichen stofflichen Anforderungen jedoch meist erschwert)
- Sind Maßnahmen vor der Einleitung möglich?
(z.B. offene Zuleitung mit Rückhalte- und Versickerungsfunktion, Ableitung in offenen Gräben, Schaffung von Stauraum durch geringe Geländeanpassungen/Verwallungen, Rückhalte mulde, Rückhaltebecken)
- Ist eine Maßnahme im oder am Gewässer möglich oder bereits zur Strukturverbesserung vorgeschlagen?
(z. B. Ausweisung von Überflutungsflächen, Profilaufweitungen zur Erhöhung der Gerinneretention, Anpassung des Sohlgefälles zur Reduzierung der Sohlschubspannungen, Kombination von Hochwasser- und Regenwasserrückhaltung)

Für die Sanierung stehen meist mehrere Bausteine zur Verfügung. Vom Planer sind diese Möglichkeiten aufzuzeigen und in einem Vergleich hinsichtlich Effektivität und Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Hieraus ergibt sich eine Vorzugslösung.

3.2.7 Darstellung von Unterlagen und Ergebnissen

Die Ergebnisse der Untersuchungen für das Gesamtgewässer bzw. des festgelegten Kontrollraumes sollen durch Berichte und Planzeichnungen dokumentiert werden. Die Einarbeitung der Ergebnisse in ein GIS-System ist vorteilhaft. Auf gängige Austauschformate ist zu achten. Folgende Unterlagen sind mindestens anzufertigen:

- Erläuterungsbericht
- Übersichtsplan (1:25.000)
- Lageplan (1:5.000)
- Systemplan mit Darstellung des Gewässers und der Einleitstellen
- Begründung zur Abgrenzung der geschlossenen Siedlungsgebiete bzw. des Kontrollraumes
- Ermittlung der zulässigen Einleitungsmengen gemäß BWK-M3
- Hydraulischer Nachweis
- Stoffliche Prüfung
- Einarbeitung der Erkenntnisse des Gewässerentwicklungskonzeptes/-planes
- Protokoll über die Gewässerbegehung
- Fotodokumentation von den Einleitungsstellen
- Detaillierter Nachweis falls erforderlich:
 - Güteuntersuchungen
 - Abflussmessungen
 - N-A-Modell
 - Hydraulischer Nachweis mit Sohlschubspannungen
- Tabellarische Zusammenstellung des Handlungsbedarfes

- Darstellung der geplanten Maßnahmen in Lageplan und Details
- Ausweisung der benötigten Flächen
- Stufenplan zur Umsetzung der Maßnahmen

3.2.8 Stufenweise Umsetzung der geplanten Maßnahmen und Anlagen

Je nach Umfang der geplanten Maßnahmen und Anlagen muss die Realisierung aus Kostengründen in Stufen erfolgen. Der hieraus resultierende Stufenplan ist mit Ausweisung aller Einzelmaßnahmen zur langfristigen Sicherung des Planungszieles in rechtsverbindliche Rahmenplanungen zu übernehmen. Für Kommunen und Wasserverbände stellt das Abwasserbeseitigungskonzept das geeignete Instrument dar. Die ggf. bei kombinierten Maßnahmen erforderliche Beteiligung der Straßenbaulastträger ist über Vereinbarungen und Verträge abzusichern. Hierbei ist es sinnvoll, die notwendigen Flächen für alle Maßnahmen bereits frühzeitig zu reservieren.

In Fällen, wo die Ursache für eine Gewässerbeeinträchtigung nicht eindeutig zugeordnet werden kann, sollte sich nach Realisierung der prioritären Maßnahmen zunächst ein Beobachtungszeitraum anschließen. Mit einem geeigneten Überwachungsmonitoring ist die Wirkung der Maßnahmen nachzuweisen.

3.3 Betrachtungen zum Planungsaufwand

Die Planungsmethodik ist auf Grundlage bestehender Richtlinien für die Regenwasserbehandlung und den Gewässerschutz in NRW entwickelt worden. Die aufgezeigten Arbeitsschritte geben eine Ordnungsstruktur vor und stellen eine Arbeitshilfe dar. Hieraus entstehen keine zusätzlichen Aufwendungen.

Für den Straßenbaulastträger besteht die Wahlfreiheit zwischen Einzelnachweis und gewässerbezogener Betrachtung.

Die stoffliche und hydraulische Betrachtung als Einzelnachweis mit vorgegebenen pauschalen Einleitungsspenden lassen sich mit geringem Aufwand übersichtlich und systematisch durchzuführen.

Bei der gewässerbezogenen Betrachtung nimmt der Planungsaufwand mit größerer Untersuchungstiefe und durch Beteiligung anderer Gewässerbenutzer deutlich zu. Zunehmend kann jedoch auf vorhandene Datenbanken zur Gewässersituation und den Einleitungsstellen zurückgegriffen werden, so dass sich die Datenerhebung vereinfacht. Trotz des erhöhten Planungsaufwandes bieten gewässerbezogene Betrachtungen wirtschaftliche Vorteile, die im Wesentlichen in der Ausnutzung der Bewirtschaftungspotenziale innerhalb von Gewässerabschnitten liegen und zu einer Reduzierung des Sanierungsaufwands an den einzelnen Einleitungsstellen führen.

4 Anlagen zur Versickerung, Behandlung und Rückhaltung

4.1 Großflächige Versickerung (VA1)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

Flächenversickerung, Versickerung über die Böschung oder ebene Fläche

■ Kurzbeschreibung:

Als großflächige Versickerung werden sowohl die vollständige Versickerung des Straßenabflusses bei einer kritischen Regenspende von $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ über die Straßenböschung als auch Versickerungsanlagen mit einer vergleichsweise geringen flächenspezifischen stofflichen und hydraulischen Belastung verstanden. Sofern der Abfluss bezogen auf die kritische Regenspende r_{krit} nicht vollständig im Böschungsbereich versickert werden kann, sind die Versickerungsflächen in stofflicher Hinsicht als Anlagen vom Typ A1 oder A2 gemäß Kapitel 4.6 bzw. 4.7 zu bewerten. Die großflächige Versickerung erfolgt grundsätzlich ohne Zwischenspeicherung über eine bewachsene Oberbodenschicht ($d \geq 20 \text{ cm}$). Als Versickerungsflächen dienen insbesondere Straßenböschungen sowie unbefestigte Randstreifen von Straßen oder von Straßen getrennt angeordnete Bereiche. Durchlässige Flächenbeläge (versickerungswirksame Pflaster, wassergebundene Beläge etc.) stellen keine großflächige Versickerung im Sinne einer eigenständigen/vollwertigen Versickerungsanlage dar (DWA-A 138 und Kapitel 4.5).

Bei der großflächigen Versickerung muss die Bepflanzung der Versickerungsfläche flächendeckend sein. I. d. R. wird eine geschlossene Rasenfläche hergestellt oder es werden bestehende Grünland- oder Sukzessionsflächen mit geeignetem Pflanzenbestand genutzt.

Da bei der großflächigen Versickerung keine Zwischenspeicherung erfolgt, ist grundsätzlich eine gute Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes und der Oberbodenschicht erforderlich. Gemäß RAS-Ew kann für Straßenböschungen von einer Versickerungsleistung von mindestens $100 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ ausgegangen werden. Höhere Versickerungsleistungen müssen durch einen entsprechenden Substrataufbau gerechtfertigt sein oder durch Versickerungsversuche nachgewiesen werden. Im Anhang A 4.2 wird die Berücksichtigung der Versickerung von Straßenabflüssen auf Böschungen sowohl in stofflicher Hinsicht als auch für die Bemessung von Entwässerungsanlagen beispielhaft gezeigt.

Regenwasserbehandlung und Stoffrückhalt finden durch Filtration, Adsorption und biochemische Umwandlung bei der Passage durch die Oberbodenschicht statt.

Punktuellen Zuläufe zu Versickerungsflächen sind gegen Erosion zu sichern.

Weitergehende Hinweise zur großflächigen Versickerung und deren Berücksichtigung bei der Abflussermittlung enthalten u. a. das Arbeitsblatt DWA-A 138 und die RAS-Ew.

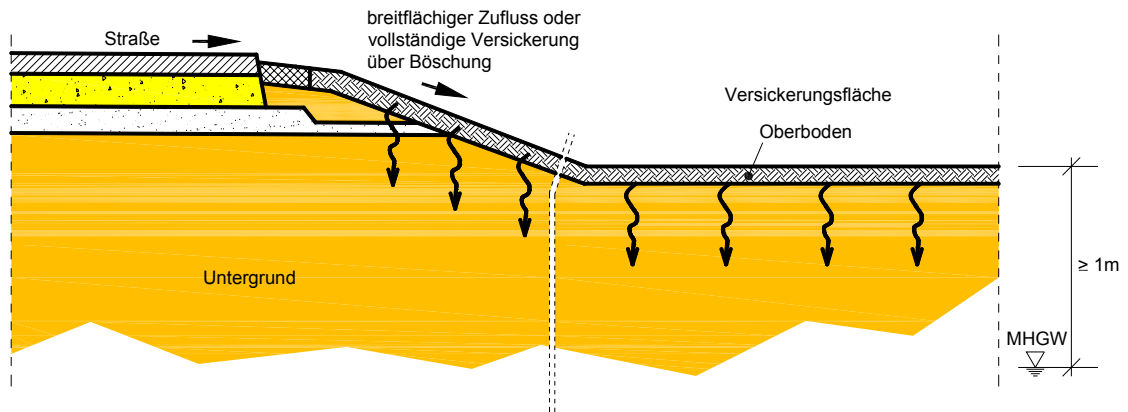


Bild 4.1: Systemskizze Großflächige Versickerung (VA1)



Bild 4.2: Großflächige Versickerung über die Böschung (VA1)



Bild 4.3: Großflächige Versickerung als dezentrale Versickerungsanlage mit punktuellm Zulauf (Bildhintergrund Straßenböschung und rechter Bildrand) (VA1)

■ Steckbrief Großflächige Versickerung (VA1)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die bewachsene Versickerungsfläche ohne Einstau

Konstruktion

- Oberbodenschicht ≥ 20 cm
 $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \geq k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- bei Versickerungsanlagen im Straßenseitenraum:
Oberkante der Versickerungsfläche ≥ 20 cm unter Erdplanum des Straßenkörpers
- Abstand von der Oberkante Oberboden zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0$ m

Reinigungsfunktion

- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Boden
- Sorption gelöster Stoffe im Boden
- biochemische Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2
MKW	2

Bemessung

- als Flächenversickerung gem. DWA-A 138 und RAS-Ew
- $0,2/a \leq n \leq 1,0/a$
- Versickerungsleistung von Böschungen gemäß RAS-Ew mindestens $100 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$
- vollständige Versickerung bei r_{krit}

Vorteile

- deutliche Abflussreduzierung
- signifikante stoffliche Entlastung der ober- und unterirdischen Gewässer
- geringe Baukosten

Anwendungsbereich

- Böschungen von Straßenkörpern
- große Flächenverfügbarkeit im Straßenseitenraum (Nebenflächen)
- geringes Geländegefälle
- Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens
 $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Betrieb

- optische Kontrolle 1 x jährlich
- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege 1x jährlich
- Sedimenträumung nach Bedarf

Nachteile

- Flächenbedarf
- nur dezentrale Wirksamkeit

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.2 Versickerungsgraben/-mulde (VA2)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

Versickermulde

■ Kurzbeschreibung:

Versickerungsgräben/-mulden sind flache begrünte Bodenvertiefungen (Rasenmulden), die als straßenbegleitende Längsentwässerungselemente zur vollständigen Versickerung eingesetzt werden. Bei diesen Versickerungsanlagen handelt es sich um Entwässerungsanlagen mit einer vergleichsweise geringen flächenspezifischen stofflichen und hydraulischen Belastung (Arbeitsblatt DWA-A 138). Durch Querriegel/Schwellen werden bei Längsgefälle Speicherräume geschaffen. Die Verweilzeit des Wassers im Versickerungsgraben wird durch die Speicherung erhöht, so dass das anfallende Oberflächenwasser für den Bemessungsfall über die bewachsene Oberbodenschicht vollständig versickern kann. Lokal begrenzte Querschnittsaufweitungen der Grabenprofile erhöhen das verfügbare Speichervolumen und damit den Stoffrückhalt sowie die Versickerungsleistung.

Die Ausführung der Schwellen als unbefestigte Querriegel in Erdbauweise stellt eine konstruktiv einfache und kostengünstige Bauweise dar. Die konstruktive Ausführung der Querriegel ist ansonsten den örtlichen Gegebenheiten und dem potenziellen Gefährdungssituation bei Unfällen anzupassen. Ist die Gefahr eines Fahrzeugüberschlages infolge von Querriegeln zu befürchten, so sind Schutzplanken oder unbefestigte, flache Querriegel (z. B. Höhe < 30 cm und Böschungsneigungen < 1:3) anzuordnen. Ggf. ist auf Querriegel zu verzichten. Befestigte Querriegel können an Böschungsfüßen von hohen Böschungen oder in ausreichender Entfernung vom fließenden Verkehr angeordnet werden.

Bei Bodenverhältnissen mit geringer hydraulischer Leitfähigkeit (k_f -Wert $\leq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s) muss die Kombination des oberirdischen Grabens mit einer unterirdischen Rigole geprüft werden (vgl. Mulden-Rigolen-Element (VA3) oder Mulden-Rigolen-System (A3)).

Die Regenwasserbehandlung und der Stoffrückhalt finden im Versickerungsgraben an der Oberfläche (Sedimentation) und bei der Passage der min. 20 cm mächtigen Oberbodenschicht mit durchgehender und unversehrter Vegetationsdecke statt (Filterung, Adsorption und biochemische Umwandlung).

Zur gleichmäßigen hydraulischen und stofflichen Belastung des Versickerungsgrabens ist der Zulauf möglichst breitflächig die Straßenböschung umzusetzen. Auch ein punktueller Zulauf z. B. über eine Mulde oder einen Regenwasserkanal ist zulässig.

Im Arbeitsblatt DWA-A 138 und der RAS-Ew finden sich weitergehende Hinweise zum Versickerungsgraben.

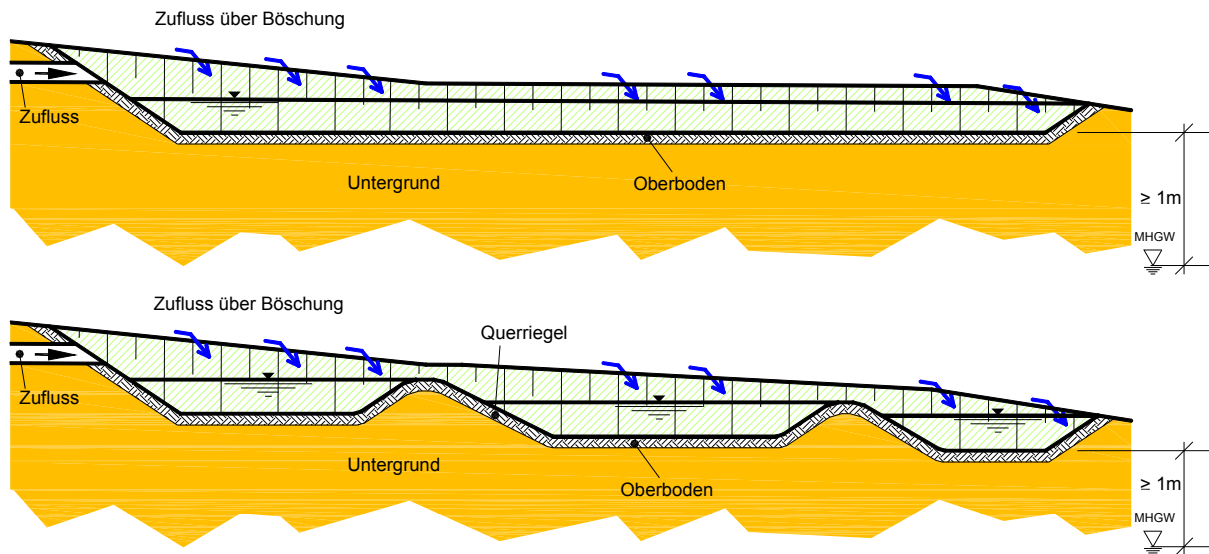


Bild 4.4: Systemskizzen Versickerungsgraben/-mulde (VA2); Längsschnitt ohne Querriegel bei geringem Längsgefälle und mit unbefestigten Querriegeln bei starkem Längsgefälle



Bild 4.5: Versickerungsgraben mit befestigten Querriegeln (VA2), Vegetationsdecke noch nicht geschlossen (Blick in Längsrichtung); bei derartigen befestigten Querriegeln sind Schutzplanken anzuordnen

■ Steckbrief Versickerungsgraben/-mulde (VA2)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die bewachsene Grabensohle und Böschung
- Notüberlauf in Grabenlängsrichtung

Konstruktion

- Oberbodenschicht ≥ 20 cm
 $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \geq k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- Sohle ≥ 20 cm unter Erdplanum des Straßenkörpers
- max. möglicher Wasserstand ca. 20 cm unterhalb des Austritts der Frostschutzschicht
- Breite b bei 2streifigen Straßen $\geq 1,5$ m, bei Autobahnen $\geq 2,0$ m
- Einstauhöhe ≥ 20 cm und $\leq b/5$
- Höhenunterschied zwischen den Grabenabschnitten ≤ 70 cm
- Schwellenhöhe ≥ 20 cm; Kronenbreite ≥ 20 cm; Böschungsneigungen $\leq 1:3$ bis $1:5$
- Querriegel: teildurchlässige Ausführung einleitungsnah bei punktuelltem Zulauf zur gleichmäßigen Auslastung des Versickerungsgrabens (vgl. Musterplanung VA2)
- Abstand von der Oberkante Oberboden in der Muldensohle zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0$ m

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Speicherraum
- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Boden
- Sorption gelöster Stoffe im Boden
- biochem. Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2
MKW	2

Bemessung

- als Mulde gem. Arbeitsblatt DWA-A 138
- $0,2/a \leq n \leq 1,0/a$

Vorteile

- geringer Platzbedarf
- hydraulische Entlastung von Gewässern
- signifikante stoffliche Entlastung der ober- und unterirdischen Gewässer

Anwendungsbereich

- geringe Flächenverfügbarkeit im Straßenseitenraum
- Wasserdurchlässigkeit
 $k_f \geq 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Betrieb

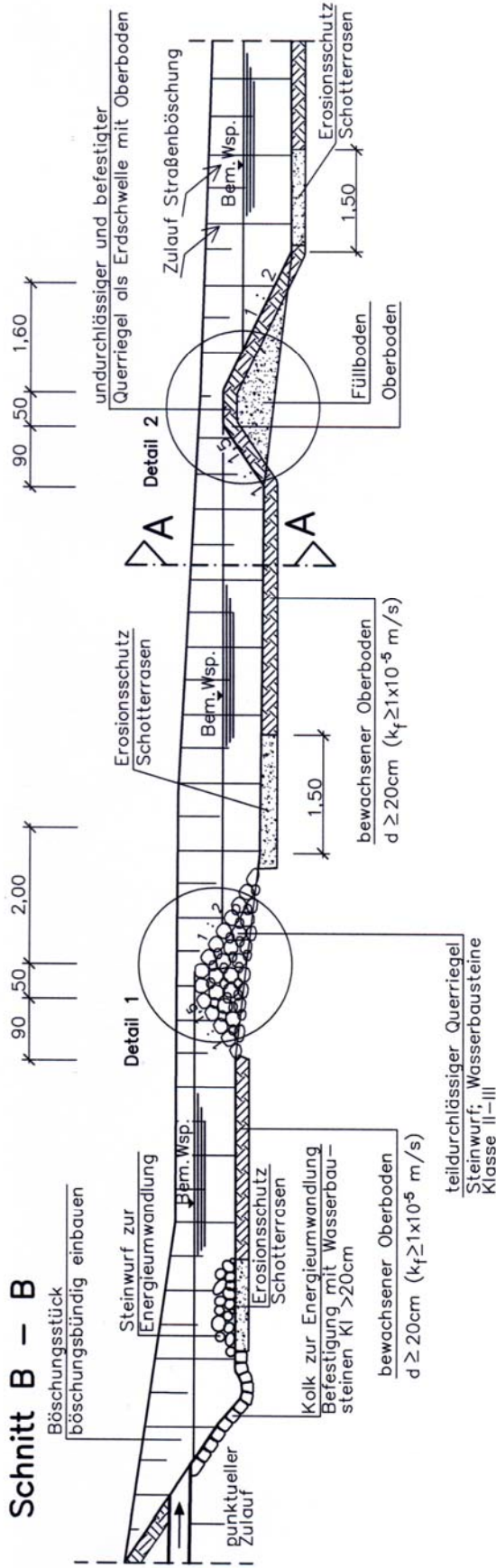
- optische Kontrolle 1 x jährlich
- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege 1 x jährlich
- Sedimenträumung und Beseitigung von Schäden nach Bedarf

Nachteile

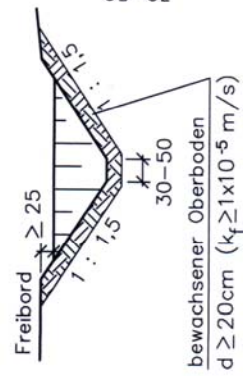
- Unterhaltung (Mähen und Räumen) wird u. U. durch Querriegel erschwert
- bei Einschnittsbereichen und flachen Böschungen sind ggf. kostenintensive Schutzeinrichtungen (-planken) anzuordnen

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

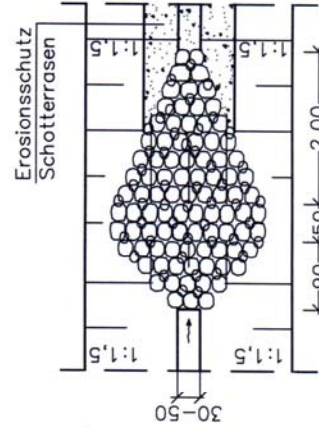
MUSTERPLANUNG VERSICKERUNGSGRABEN



Schnitt A - A

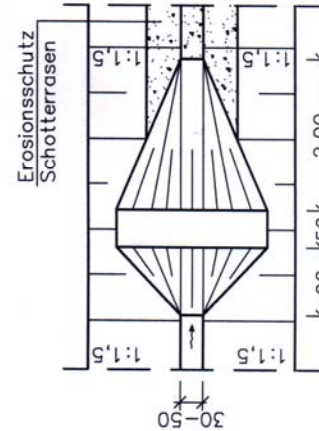


Detail 1 teildurchlässiger Querriegel Draufsicht



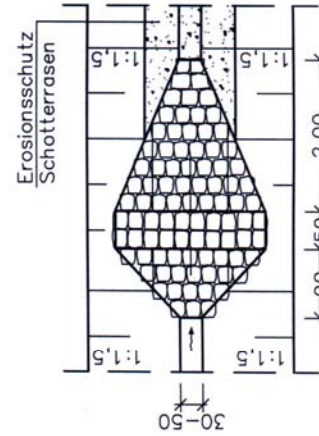
Einsatz bei punktuelltem Zulauf; Anordnung einleitungsnahe; die Teildurchlässigkeit führt zur gleichmäßigen Belastung des

Detail 2 befestigter, undurchlässiger Querriegel als Erdschwelle



Einsatz bei breitflächigem Zulauf über die Straßenböschung.

Alternative zu Detail 2 befestigter, undurchlässiger Querriegel Draufsicht



Einsatz bei breitflächigem Zulauf über die Straßenböschung.

4.3 Mulden-Rigolen-Element (VA3)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

Straßenfiltergraben

■ Kurzbeschreibung:

Ein Mulden-Rigolen-Element (MRE) ist eine Kombination aus Versickerungsgraben (VA2) und einer unterirdischen Rigole, die bei Bodenverhältnissen mit geringer hydraulischer Leitfähigkeit ($5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \geq k_f\text{-Wert} > 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$) oder geringen Platzverhältnissen im Straßenseitenraum zum Einsatz kommen. MRE dienen der vollständigen Versickerung. Bei den MRE handelt es sich um Anlagen mit einer vergleichsweise geringen flächenspezifischen stofflichen und hydraulischen Belastung (Arbeitsblatt DWA-A 138). Durch Querriegel in der Mulde des MRE bei Längsgefälle wird das erforderliche Speichervolumen geschaffen. Hinsichtlich der Verwendung und Anordnung von Querriegeln sind die Hinweise bei VA2 (Kapitel 4.2) zu beachten.

Die Rigole des MRE verhindert lange Einstauzeiten im Graben/der Mulde und damit verbundene Verschlammungseffekte in der Mulde. Dazu muss die Rigole vollständig unterhalb der Muldensohle angeordnet werden.

Die Zuleitung zu den MRE kann breitflächig oder punktuell (z. B. über Regenwasserkanäle oder Rinnen) erfolgen.

Die Regenwasserbehandlung und der Stoffrückhalt finden bei MRE an der Oberfläche durch Sedimentation in der Mulde und durch die Passage des Oberbodens des bewachsenen Muldenbettes durch Filtration, Adsorption und biochemische Umwandlung statt. Zur gleichmäßigen hydraulischen und stofflichen Belastung des MRE ist der Zulauf möglichst breitflächig über die Straßenböschung umzusetzen.

Die Bemessungshäufigkeit für die Mulde und die Rigole muss gleich gewählt werden. Ein Überlauf zwischen Mulde und Rigole ist nicht zulässig, da Überläufe eine Umgehung der Oberbodenpassage und damit der Regenwasserbehandlung darstellen.

Im Arbeitsblatt DWA-A 138 finden sich weitergehende Hinweise zu Mulden-Rigolen-Elementen.

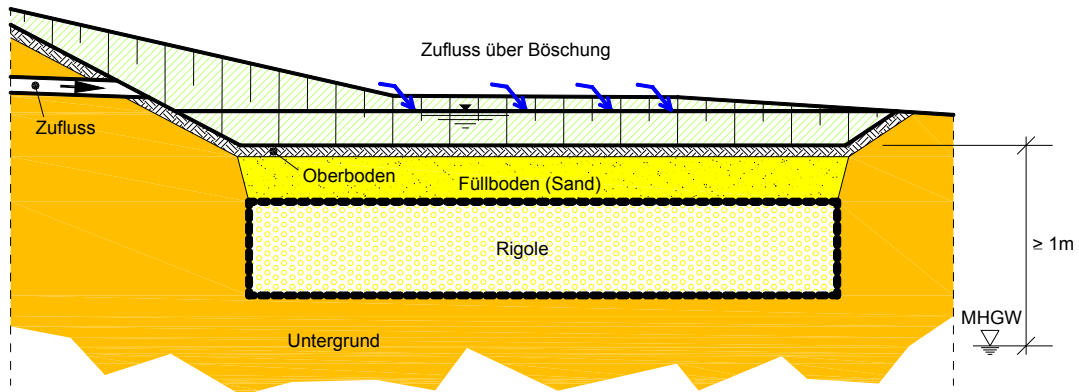


Bild 4.6: Systemskizze Mulden-Rigolen-Element (VA3)



Bild 4.7: Mulden-Rigolen-Element als Linienelement im Straßenseitenraum (VA3)

■ Steckbrief Mulden-Rigolen-Element (VA3)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die bewachsene Muldensohle, die Muldenböschung und die Rigole

Konstruktion

Mulde:

- vgl. Versickerungsgraben/-mulde (VA2)
- Durchlässigkeitsbeiwert des Muldenbettes nach langjährigem Betrieb $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Sedimenteintrag von Randflächen durch Abfanggräben und/oder Verwallungen vermeiden
- Abstand von der Oberkante Oberboden in der Muldensohle zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0$ m

Querriegel:

- vgl. Versickerungsgraben/-mulde (VA2)

Rigole:

- Rigolenlänge \geq Muldenlänge
- Rigolenbreite \approx Muldenbreite
- filterstabile, geschlossene Ummantelung der Rigole mit Geotextil (Vliesstoff, mechanisch verfestigt)
- Füllmaterial als Schüttmaterial (Porenanteil ≥ 30 %) oder als Kunststoffkörper (Hohlraumanteil ≥ 80 %)

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe in der Mulde
- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Muldenbett
- Sorption gelöster Stoffe im Muldenbett
- biochem. Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2
MKW	2

Bemessung

- gem. Arbeitsblatt DWA-A 138
- $0,2/a \leq n \leq 1,0/a$

Vorteile

- geringer Platzbedarf
- signifikante stoffliche Entlastung der oberirdischen und unterirdischen Gewässer

Anwendungsbereich

- geringe Flächenverfügbarkeit
- Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens $k_f \geq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s
- keine Vorflut
- aufnehmendes Fließgewässer ist hydraulisch stark belastet

Betrieb

- optische Kontrolle 1 x jährlich
- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege 1 x jährlich
- Sedimenträumung und Beseitigung von Schäden nach Bedarf

Nachteile

- vergleichsweise hoher planerischer und baulicher Aufwand
- bei Querriegeln: Unterhaltung (Mähen und Räumen) wird u. U. durch Querriegel erschwert
- bei Querriegeln: in Einschnittsbereichen und flachen Böschungen sind ggf. kostenintensive Schutzrichtungen (-planken) anzuordnen

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.4 Versickerungsbecken (VA4)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

Versickerbecken

■ **Kurzbeschreibung:**

Versickerungsbecken sind hoch belastete, zentrale Speicherbauwerke in Erdbauweise, in welchen das zufließende Oberflächenwasser über die bepflanzte, belebte Beckensohle und die Beckenböschungen vollständig versickert wird. Da durch eingetragene Feststoffe bei Versickerungsbecken die Gefahr der Selbstdichtung besteht, sind sie immer mit einer befestigten Absetzanlagen zu kombinieren. Stets ist eine Leichtstoffabscheidung vorzusehen. Die Beckensohle und der Böschungsbereich des Versickerungsbeckens sind mit Oberbodensubstrat anzudecken (Arbeitsblatt DWA-A 138 und RAS-Ew) und flächendeckend mit Extensiv-Rasenmischungen zu bepflanzen. Nur durch die Bepflanzung der versickerungswirksamen Fläche des Versickerungsbeckens bleibt die hydraulische Leitungsfähigkeit der versickerungswirksamen Fläche langfristig erhalten und eine ausreichend Regenwasserbehandlung ist gewährleistet. Darüber hinaus werden Erosionsschäden und die Bildung von Schrumpfrissen (infolge Austrocknung) an der Oberbodenschicht vermieden, die zu unerwünschten „Kurzschlüssen“ in den Untergrund führen. Die Zuleitung zu den Versickerungsbecken erfolgt über eine Absetzanlage i. d. R. punktuell durch Regenwasserkanäle. Bei Neuplanungen sind Absetzanlagen nach RASEw oder Leichtstoffabscheider AL2 (Kapitel 4.11) vorzusehen. Bei einer erforderlichen Sanierung von bestehenden Absetzanlagen sind die Hinweise zur Ertüchtigung gem. AL1 zu berücksichtigen. Um die Länge des Zuleitungssystems kurz zu halten, werden Versickerungsbecken unmittelbar im Randbereich des zu entwässernden Straßenabschnittes angeordnet. Bei der Standortwahl sind natürliche Geländemulden nach Möglichkeit zu meiden (erhöhter Zufluss von Randflächen und ungünstige Untergrundverhältnisse).

Die Regenwasserbehandlung und der Stoffrückhalt finden durch Sedimentation von Grob- bis Feinpartikeln in der Absetzanlage und im Versickerungsbecken statt. Die Passage der bewachsenen mindestens 20 cm mächtigen Oberbodenschicht des Versickerungsbeckens wirkt durch Adsorption, Filterung und biochemische Umwandlung.

Weitere Hinweise zu Versickerungsbecken sind dem Arbeitsblatt DWA-A 138 und der RAS-Ew zu entnehmen.

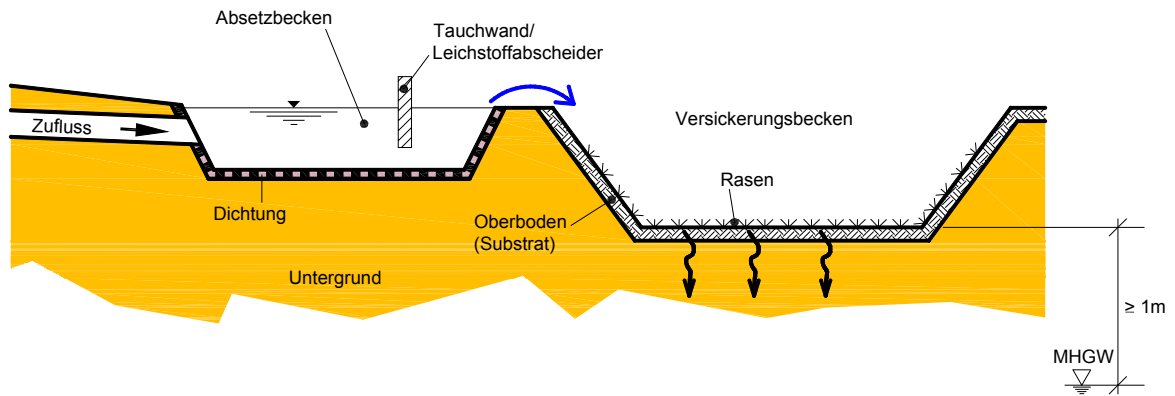


Bild 4.8: Systemskizze Versickerungsbecken (VA4); Längsschnitt mit Absetzbecken, Leichtstoffabscheider und Versickerungsbecken



Bild 4.9: Versickerungsbecken (Vordergrund, Vegetationsdecke ist noch nicht voll ausgeprägt) mit Absetzbecken und zugehörigem Leichtstoffabscheider (Hintergrund) (VA4)

■ Steckbrief Versickerungsbecken (VA4)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die bewachsene Beckensohle und -böschung

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Absetz- und Versickerungsbecken
- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Beckenboden
- Sorption gelöster Stoffe im Beckenboden und der Böschung
- biochem. Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2
MKW	3 - 4

Anwendungsbereich

- Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens
 $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- kein aufnehmendes Fließgewässer
- keine Vorflut
- dezentrale Versickerung ist nicht zulässig

Konstruktion

Absetzanlage und Abscheider:

- Absetzanlage gem. RAS-Ew
- Abscheider vgl. z. B. AL1 und AL2

Versickerungsbecken:

- bepflanzte Oberbodenschicht an der Sohle $\geq 20 \text{ cm}$, im Böschungsbereich $\geq 10 \text{ cm}$
- $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \geq k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- Bepflanzung mit Extensivrasenmischung
- Böschungsneigung $\leq 1:2$
- Sedimenteintrag von Randflächen durch Abfanggräben oder Verwallungen vermeiden bzw. fassen und kontrolliert einleiten
- Abstand von der Oberkante Oberboden in der Beckensohle zu mittleren höchsten

Bemessung

- Absetzbereich gem. RAS-Ew
- Versickerungsbecken gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 bzw. Arbeitsblatt DWA-A 117 vorzugsweise per Nachweisverfahren/ Simulationsrechnung
- $n \leq 0,1/a$

Betrieb

- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege 1 x jährlich
- optische Kontrolle aller Anlagenteile (z. B. Leichtstoffabscheider, Überläufe etc.) 2 x jährlich
- Funktionskontrolle 1 x jährlich
- Sedimenträumung und Beseitigung von Schäden nach Bedarf
- Beprobieren der Beckensohle (Boden und Sickerwasser) und des Grundwassers gem. Genehmigung

Grundwasserstand (MHGW)

≥ 1,0 m

Vorteile

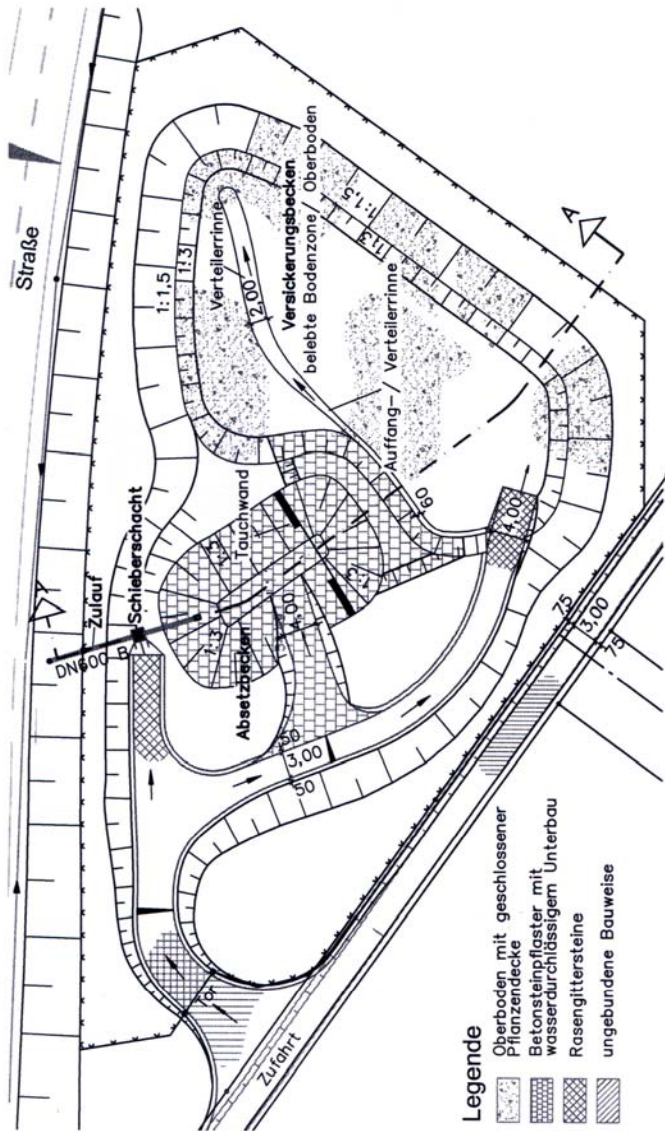
- hydraulische Entlastung von Gewässern
- signifikante stoffliche Entlastung der oberirdischen und unterirdischen Gewässer
- lokal begrenzter Betriebspunkt

Nachteile

- hoher, lokal begrenzter Flächenbedarf
- große Geländeeinschnitte durch Zuleitungssystem und erforderliches Speichervolumen
- hohe flächenspezifische hydraul. und stoffl. Belastung

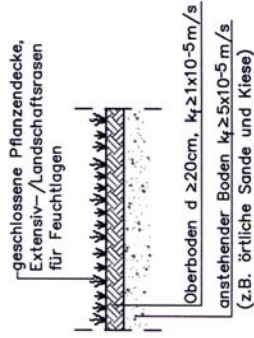
¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥4 hoch

MUSTERPLANUNG VERSICKERUNGSBECKEN

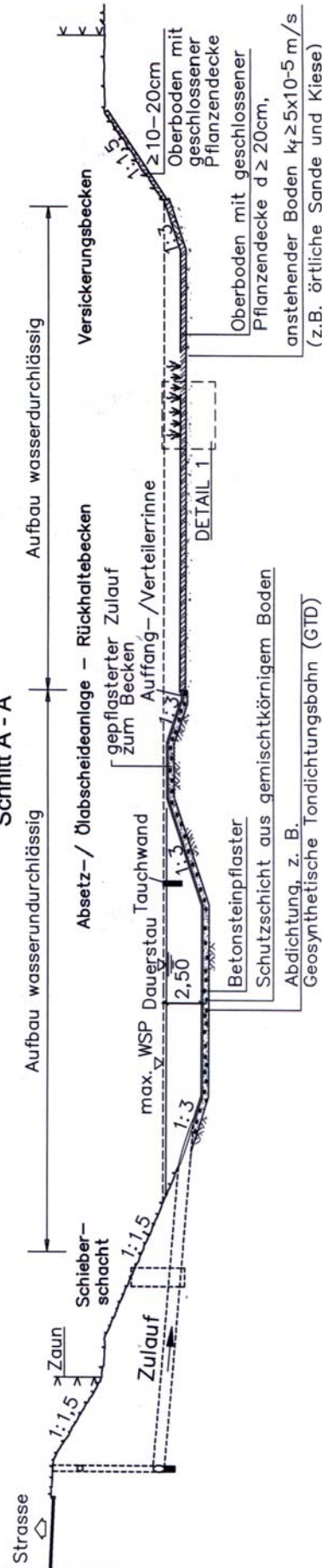


- Legende**
- Oberboden mit geschlossener Pflanzendecke
 - Betonsteinpflaster mit wasserdurchlässigem Unterbau
 - Rasengittersteine
 - ungebundene Bauweise

Detail 1



Schnitt A - A



Strasse

Zaun

Zulauf

Schieberschacht

max. WSP

Dauerstau

Tauchwand

Auffang-/Verteilerinne

gepflasterter Zulauf zum Becken

Absetz-/Ölabschneideanlage - Rückhaltebecken

Auffbau wasserundurchlässig

Auffbau wasserundurchlässig

Versickerungsbecken

DETAIL 1

1:1.5

Oberboden mit geschlossener Pflanzendecke

K

Oberboden mit geschlossener Pflanzendecke $d \geq 20\text{cm}$, $k_f \geq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (z.B. örtliche Sande und Kiese)

Oberboden mit geschlossener Pflanzendecke $d \geq 20\text{cm}$, anstehender Boden $k_f \geq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (z.B. örtliche Sande und Kiese)

Betonsteinpflaster
Schutzschicht aus gemischtkörnigem Boden
Abdichtung, z. B. Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)

4.5 Durchlässige Oberflächenbefestigung (VA5)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

Ökopflaster, wasserdurchlässige Pflastersysteme, versickerungsfähige Verkehrsflächen, etc.

■ Kurzbeschreibung:

Bei wasserdurchlässigen Oberflächenbefestigungen wird das anfallende Oberflächenwasser durch die durchlässige Oberflächenbefestigung vollständig und rückstaufrei in den Untergrund versickert. Zu diesen Flächenbelägen gehören u. a. wasserdurchlässige Pflastersteine, Pflastersysteme mit durchlässigen Fugen und feinkörnige Deckschichten. Die eingesetzten Materialien zur Oberflächenbefestigung müssen den DIBt-Zulassungsgrundsätzen (DIBt (2005)) genügen:

- bauliche Anforderungen:
Der Nachweis der Belastbarkeit bei der geplanten Verkehrsbelastung und der Umweltverträglichkeit (kein Austrag von schädlichen Stoffen aus dem Material der Flächenbeläge) muss vorliegen.
- Wasserdurchlässigkeit:
Bei einer Regenspende von 270 l/(s·ha) muss das Niederschlagswasser überstaufrei und vollständig versickern. Konstruktiv muss der Oberbau und Unterbau der Verkehrsfläche gem. Herstellerangaben auf die verwendete Oberflächenbefestigung und den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Bodens gem. RStO 01 abgestimmt werden. Die anstehenden Untergrundverhältnisse müssen gewährleisten, dass das versickernde Oberflächenwasser ohne Rückstau auf der Flächenbelagsoberfläche abgeleitet werden kann.
- Stoffrückhaltevermögen:
Die Regenwasserbehandlung und der Stoffrückhalt finden in der Deckschicht / dem Pflaster durch Adsorption und Filterung statt. Kohlenwasserstoffe (MKW) und Schwermetalle (Blei, Cadmium, Kupfer und Zink) müssen dauerhaft zurückgehalten werden. Die Flächenbeläge müssen zusätzlich hinsichtlich des Partikelrückhalts und der Säureneutralisation geprüft und zugelassen sein.
- Betriebliche Anforderungen:
Die Flächenbeläge müssen reinigungsfähig sein und der Hersteller muss ein geeignetes Reinigungsverfahren anbieten.

Im Arbeitsblatt DWA-A 138, in den DIBt-Zulassungsgrundsätzen (DIBt (2005)) und in BORGWARDT et al. (2000) finden sich weitergehende Hinweise zur durchlässigen Oberflächenbefestigung.

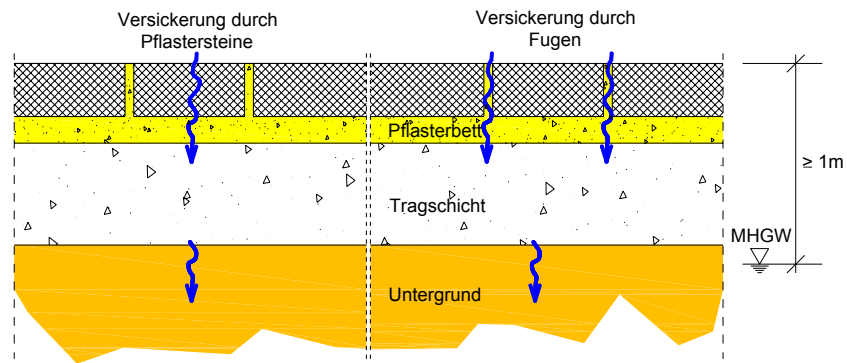


Bild 4.10: Systemskizze Durchlässige Oberflächenbefestigung (VA5) als Pflasterbelag

■ Steckbrief Durchlässige Oberflächenbefestigung (VA5)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die durchlässige Oberflächenbefestigung und Deckschicht

Reinigungsfunktion

- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Flächenbelag
- Sorption gelöster Stoffe im Flächenbelag
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	1-2
MKW	2

Anwendungsbereich

- Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens
 $k_f \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- befestigte unverschmutzte und gering verschmutzte Verkehrsflächen
- Anwendungsbereiche gem. Herstellerangaben beachten (Verkehrsbelastung, Reinigungsleistung)

Konstruktion

- Pflasterbett/Flächenbelag und Tragschicht gem. Herstellerangaben
- Längs- und Quergefälle $\leq 1 \%$
- Abstand von der Oberkante der Flächenbefestigung zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0 \text{ m}$

Bemessung

- gem. Herstellerangaben, Wasserdurchlässigkeit des Flächenbelags $\geq 270 \text{ l/(s ha)}$

Betrieb

- optische Kontrolle der Oberfläche 1 x jährlich
- Reinigen des Flächenbelages (z.B. Pflasterporenraum) nach Bedarf bzw. Herstellerangaben

Vorteile

- hydraulische Entlastung von Gewässern
- Doppelfunktion: Flächenbefestigung und Entwässerung

Nachteile

- unterschiedliche, herstelllerspezifische Anforderungen je Flächenbelag sind für den Bau und Betrieb zu beachten
- vergleichsweise aufwendiger Betrieb/Reinigung

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.6 Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben mit Absetzfunktion (A1)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

keine

■ **Kurzbeschreibung:**

Bei der Teilversickerung in Straßenböschungen wird das Straßenoberflächenwasser breitflächig ohne vorherige Sammlung über die Böschung abgeleitet. Oberflächenwasser, das nicht in der Böschung versickert, wird am Böschungsfuß von einem Straßenseitengraben aufgenommen. Der Straßenseitengraben dient als Zuleitung zu einer Entwässerungs- oder Behandlungsanlage. Das zufließende Wasser wird im Graben zum Teil versickert oder abgeleitet. Um eine erhöhte Absetzfunktion durch Zwischenspeicherung und geringe Fließgeschwindigkeiten zu erreichen, wird der Straßenseitengraben mit geringem Längsgefälle ($\leq 0,5 \%$) ausgeführt. Sofern z. B. durch Steinschüttungen durchlässige Querriegel angeordnet werden, die zu einer erhöhten Absetzfunktion führen, muss der Straßenseitengraben wasserrechtlich eine Abwasseranlage sein. Handelt es sich bei dem Straßenseitengraben um ein Gewässer, sind Querriegel nur in Ausnahmefällen möglich, wenn der ökologische Zustand des Gewässers nicht verschlechtert wird. Die konstruktive Ausbildung des Straßenseitengrabens muss darüber hinaus gem. Kapitel 4.2 erfolgen (Versickerungsgraben VA2); die Oberbodenschicht im Straßenseitengraben soll mindestens 20 cm mächtig sein.

Die Straßenböschung soll mit einer Oberbodenschicht ($d \geq 10 \text{ cm}$) ausgeführt werden, damit das versickernde Oberflächenwasser durch Filterung, Adsorption und biochemische Umwandlung gereinigt wird. Muss in Bereichen mit erhöhten Anforderungen an die Standfestigkeit des Bankettes (z. B. bei engen Kurvenradien etc.) auf ein Andecken von Oberboden verzichtet werden, ist das Bankett abzudichten. Das Sickerwasser muss gefasst und dem Straßenseitengraben zugeführt werden.

Weitere Hinweise zur Teilversickerung in Straßenböschung sind der RAS-Ew zu entnehmen.

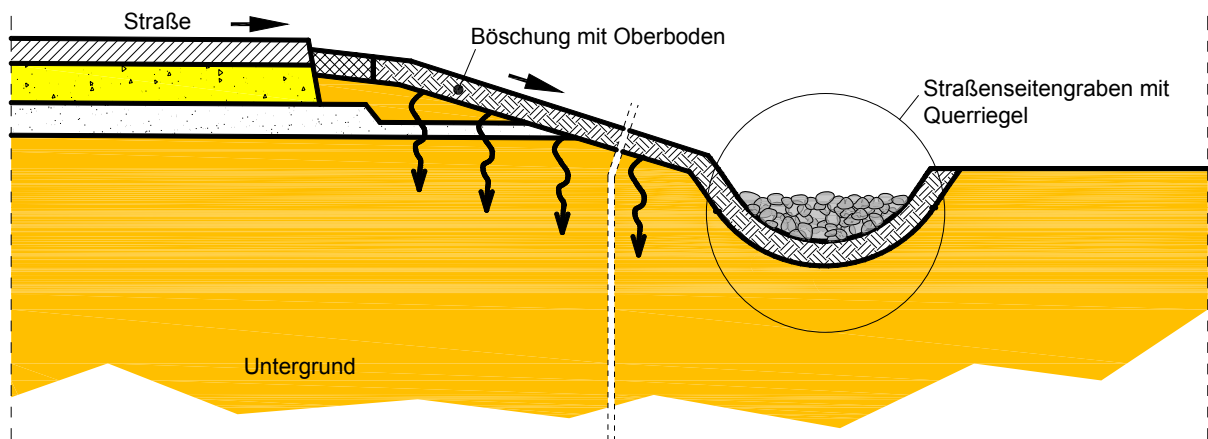


Bild 4.11: Systemskizze Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben mit Absetzfunktion (A1)



Bild 4.12: Straßenseitengraben mit durchlässigen Querriegeln am Böschungsfuß einer Autobahn (rechte Bildseite) (A1)

- **Steckbrief** Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben mit Absetzfunktion (A1)

Entwässerungsfunktion

- teilweise Versickerung in der Straßenböschung und im Straßenseitengraben
- teilweise Ableitung im Straßenseitengraben zu einem Gewässer oder einer Behandlungsanlage

Konstruktion

- Mächtigkeit der Oberbodenschicht im Böschungsbe-
reich ≥ 10 cm
- Mächtigkeit der Oberbodenschicht im Straßensei-
tengraben ≥ 20 cm
- Breiten des Straßenseiten-
grabens $\geq 2,0$ m

Reinigungsfunktion

- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Oberboden
- Sorption gelöster Stoffe im Oberboden
- biochem. Umwandlung
- Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Straßengraben
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	1
gelöste Stoffe	1
MKW	2

Bemessung

- gem. RAS-Ew (2006)
- spezifische Versickerungs-
rate ≥ 100 l/(s · ha)

Vorteile

- hydraulische Entlastung von Gewässern und/oder Entwässerungsanlagen

Anwendungsbereich

- Zuleitung zu anderen Be-
handlungs- und/oder Ent-
wässerungsanlagen
- Zuleitung zu einem Vorflut-
ter

Betrieb

- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege
1 x jährlich
- Beseitigung von Schäden
nach Bedarf
- Sedimenträumung nach
Bedarf

Nachteile

- keine

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.7 Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben ohne Absetzfunktion (A2)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

keine

■ **Kurzbeschreibung:**

Die Entwässerungsfunktion bei der Teilversickerung in der Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben ohne Absetzfunktion erfolgt analog zum Anlagentyp A1 (Kapitel 4.6). Im Straßenseitengraben wird allerdings auf eine Abflussretention durch Querriegel und/oder geringes Längsgefälle verzichtet. Hierdurch reduziert sich die Reinigungswirkung des Straßenseitengraben, da in Abhängigkeit des Längsgefälles nur ein geringer Anteil der partikelgebundenen Stoffe sedimentiert und auch die Versickerung im Graben vergleichsweise geringer ausfällt.

Weitere Hinweise zur Teilversickerung in Straßenböschung sind der RAS-Ew zu entnehmen.

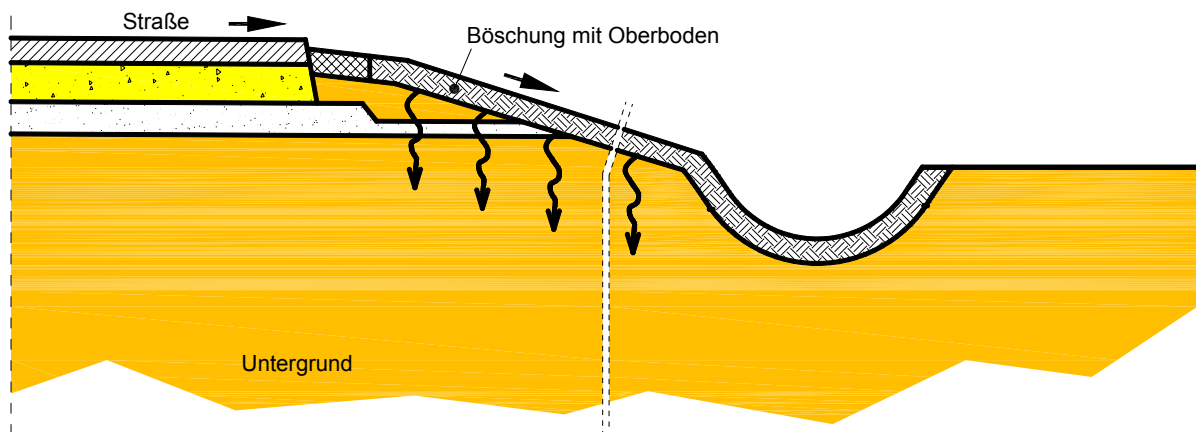


Bild 4.13: Systemskizze Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben ohne Absetzfunktion (A2)

- **Steckbrief** Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben ohne Absetzfunktion (A2)

Entwässerungsfunktion

- teilweise Versickerung in der Straßenböschung und im Straßengraben
- im Straßengraben Ableitung zu einem Gewässer oder einer Behandlungsanlage

Konstruktion

- Mächtigkeit der Oberbodenschicht im Böschungsbe-
reich ≥ 10 cm
- Mächtigkeit der Oberbodenschicht im Straßensei-
tengraben ≥ 20 cm
- Breiten des Straßenseiten-
grabens $\geq 2,0$ m

Reinigungsfunktion

- Filtration partikulärer und partikelgebundener im Oberboden
- Sorption gelöster Stoffe im Oberboden
- biochem. Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	0 - 1
gelöste Stoffe	1
MKW	1 - 2

Bemessung

- gem. RAS-Ew
- spezifische Versickerungs-
rate ≥ 100 l/(s · ha)

Vorteile

- hydraulische Entlastung von Gewässern und/oder Entwässerungsanlagen

Anwendungsbereich

- Zuleitung zu anderen Be-
handlungs und/oder Entwäs-
serungsanlagen

Betrieb

- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege
1 x jährlich
- Beseitigung von Schäden
nach Bedarf
- Sedimenträumung nach
Bedarf

Nachteile

- keine

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.8 Mulden-Rigolen-System (A3)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

Straßenfiltergraben

■ **Kurzbeschreibung:**

Mulden-Rigolen-Systeme (MRS) sind eine Kombination aus Versickerungsmulden/-gräben und unterirdischen Rigolen mit gedrosselter Ableitung, die bei Bodenverhältnissen mit geringer hydraulischer Leitfähigkeit (k_f -Wert $\leq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s) zum Einsatz kommen. Die Mulden des MRS sind entsprechend der Mulden-Rigolen-Elemente (VA3 gem. Kapitel 4.3) auszuführen. Durch Querriegel in der Mulde kann bei Längsgefälle das erforderliche Speichervolumen geschaffen werden. Hinsichtlich der Verwendung und Anordnung von Querriegeln sind die Hinweise bei VA2 (Kapitel 4.2) zu beachten.

Die Rigole verhindert lange Einstauzeiten in der Mulde und damit verbundene Verschlammungseffekte. Dazu muss die Rigole vollständig unterhalb der Muldensohle angeordnet werden. Die Speicherwirkung und der Abfluss der Rigole werden durch ein Drosselorgan, das in einem Schacht angeordnet ist, geregelt. Wo Sickerwasser nicht zum Grundwasser gelangen darf und/oder weitergehend behandelt werden muss (z. B. bei Anforderungen gem. RiStWag) ist die Rigole gegen den anstehenden Boden abzudichten. Das Sickerwasser wird dann vollständig über ein Drainage- und Ableitungssystem gedrosselt zu einer Behandlungsanlage oder einem aufnehmenden Gewässer abgeleitet.

MRS ermöglichen eine teilweise Versickerung. Der Umfang der Versickerung ist abhängig vom zulässigen Drosselabfluss und der hydraulischen Leitfähigkeit des anstehenden Untergrundes.

Die Regenwasserbehandlung und der Stoffrückhalt finden bei MRS an der Oberfläche durch Sedimentation und durch die Passage des bewachsenen Oberbodens in der Mulde (Filtration, Adsorption und biochemische Umwandlung) statt. Überläufe zwischen Mulde und Rigole stellen eine Umgehung der Oberbodenpassage und damit der Regenwasserbehandlung dar. Sie stellen damit ein Gefährdungspotenzial für das Grundwasser dar und sind nicht zulässig.

Zur gleichmäßigen hydraulischen und stofflichen Belastung des MRS ist der Zulauf möglichst breitflächig über die Straßenböschung zu gestalten.

Weitere Hinweise zu Mulden-Rigolen-Systemen sind dem Arbeitsblatt DWA-A 138 zu entnehmen.

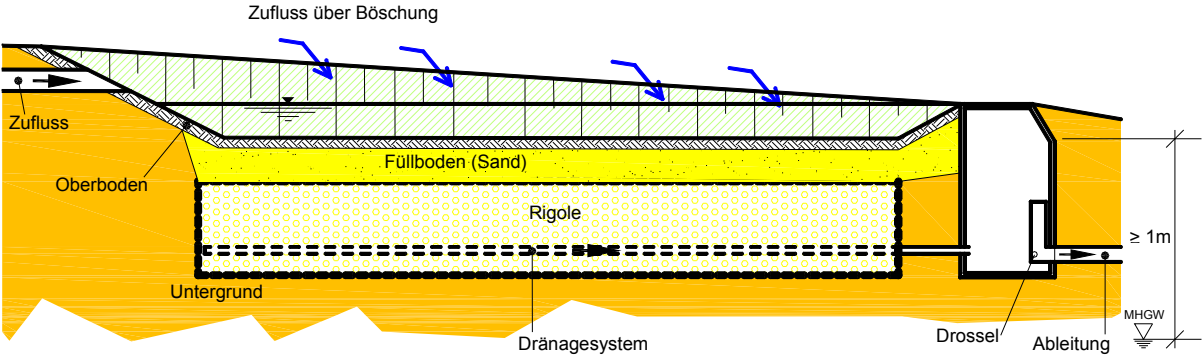


Bild 4.14: Systemskizze Mulden-Rigolen-System (A3)

■ Steckbrief Mulden-Rigolen-System (A3)

Entwässerungsfunktion

- Versickerung über die bewachsene Muldensohle, die Muldenböschung und teilweise Versickerung aus der Rigole in den Untergrund
- gedrosselte Ableitung zu einem Gewässer oder einer Behandlungsanlage

Konstruktion

Mulde:

- Mulde wie Versickerungsgraben/-mulde (VA 2)
- Durchlässigkeitsbeiwert des Muldenbettes nach langjähriger Betrieb $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Sedimenteintrag von Randflächen durch Abfanggräben und/oder Verwallungen vermeiden
- Abstand von der Oberkante Oberboden in der Muldensohle zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0$ m

Querriegel:

- vgl. Versickerungsgraben/-mulde (VA2)

Rigole:

- Rigolenlänge \geq Muldenlänge
- Rigolenbreite \approx Muldenbreite
- filterstabile, geschlossene Ummantelung der Rigole mit Geotextil (Vliesstoff, mechanisch verfestigt)
- Füllmaterial Rigole gem. MRE (VA3)

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe in der Mulde
- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe in der Oberbodenschicht der Mulde
- Sorption gelöster Stoffe in der Oberbodenschicht der Mulde
- biochem. Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2
MKW	2

Bemessung

- gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 und RAS-Ew
- $0,2/a \leq n \leq 1,0/a$

Vorteile

- hydraulische Entlastung von Gewässern und nachfolgenden Entwässerungsanlagen
- signifikante stoffliche Entlastung der oberirdischen und unterirdischen Gewässer

Anwendungsbereich

- Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens $k_f \leq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s
- aufnehmendes Fließgewässer ist hydraulisch stark belastet
- Sickerwasser darf nicht ins Grundwasser gelangen und muss abgeleitet/behandelt werden

Betrieb

- optische Kontrolle aller Anlagenteile (Kontroll-/Drosselschacht, Überläufe, Drosselorgane etc.) 1x jährlich
- Mähen i. d. R. 2 x jährlich
- gärtnerische Pflege 1 x jährlich
- Sedimenträumung und Beseitigung von Schäden nach Bedarf

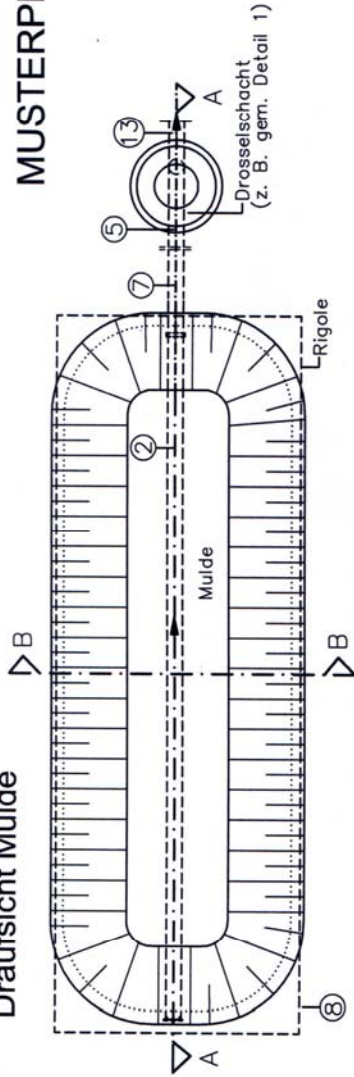
Nachteile

- hoher planerischer und baulicher Aufwand

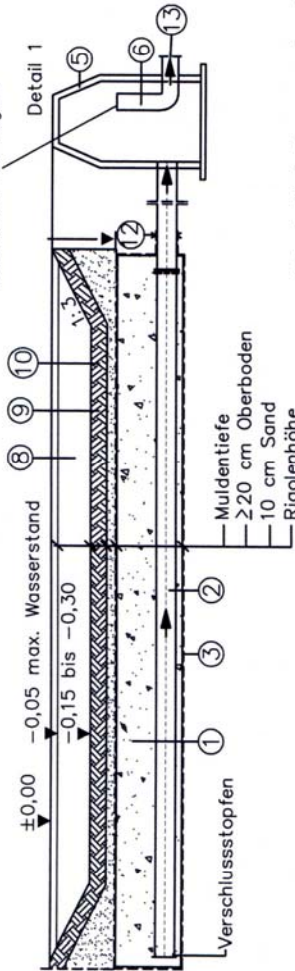
¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

MUSTERPLANUNG MULDEN-RIGOLEN-SYSTEM

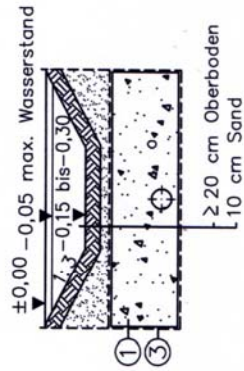
Draufsicht Mulde



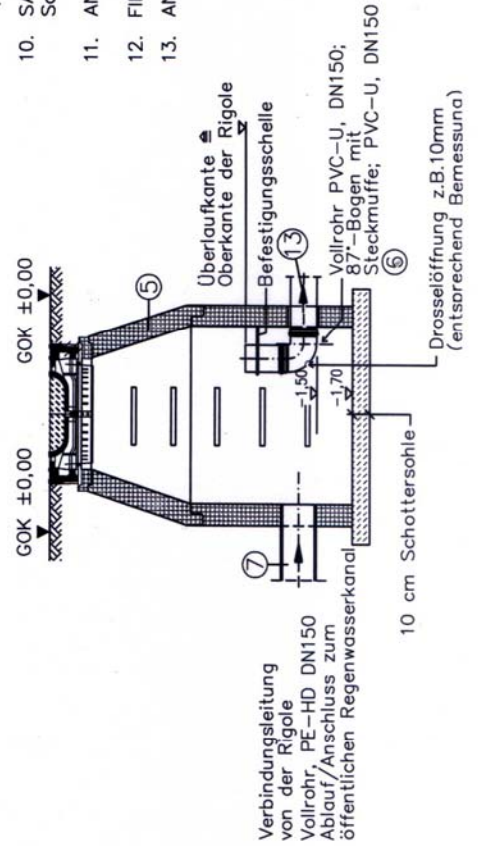
Schnitt A - A



Schnitt B - B



Detail 1 Drosselschacht
aus Betonfertigteilen mit Überlauforgan der Rigole



Legende

1. RIGOLE
gewaschener Kies z.B. 16/32
min. 30% Porenvolumen
oder Kunststoffelemente mit
min. 80% Hohlraumvolumen
2. DRÄNAGEROHR in der Rigole, DN \geq 150
3. GEOTEXTIL (Ummantlung des Rigolenkörpers)
filterstabiler Vliesstoff,
mechanisch verfestigt,
GRK > 3, 30 cm Überlappung an den Stößen
4. ABDECKROST Muldenüberlauf
5. DROSSELSCHACHT mit Drosselorgan und
Rigolenüberlauf (Kunststoff oder Beton)
6. DROSSELORGAN UND RIGOLENÜBERLAUF
7. ANSCHLUSSLEITUNG ZUM DROSSELSCHACHT
(Vollrohr)
8. MULDE
Extensivrasenmischungen für wechselfeuchte
Standorte
9. OBERBODEN
Sieblinie (Mittelsand),
 $k_f > 10^{-6}$ m/s, \geq 20 cm
10. SANDSCHICHT (Zwischenschicht)
Sand 0,25/2, \geq 10 cm
11. ANSTEHENDER BODEN (i.d.R. $k_f \leq 5 \times 10^{-6}$ m/s)
12. FILTERSTABILER ANSCHLUSS GEOTEXTIL
13. ANSCHLUSS AN RW-KANAL ODER GEWÄSSER

Verbindungsleitung
von der Rigole
Vollrohr, PE-HD DN150
Ablauf/Anschluss zum
öffentlichen Regenwasserkanal

10 cm Schottersohle
Drosselöffnung z.B. 10mm
(entsprechend Bemessuna)

4.9 Durchlässige Oberflächenbefestigung mit Ableitung (A4)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

Ökopflaster, wasserdurchlässige Pflastersysteme, versickerungsfähige Verkehrsflächen, etc.

■ Kurzbeschreibung:

Bei wasserdurchlässigen Oberflächenbefestigungen mit Ableitung wird das anfallende Oberflächenwasser durch die durchlässige Oberflächenbefestigung (Pflaster oder feinkörnige Deckschichten) teilweise in den Untergrund versickert und bei großen Regenintensitäten z. T. abgeleitet.

Hinsichtlich des Stoffrückhaltes und der Anwendungsbedingungen sind die Hinweise gem. Kapitel 4.5 (VA5) zu beachten. Das von den durchlässigen Oberflächenbefestigungen abfließende Oberflächenwasser ist unbehandelt und muss ggf. einer Behandlungsanlage zugeleitet werden.

Weitere Hinweise zu durchlässigen Oberflächenbefestigungen sind im Arbeitsblatt DWA-A 138 und in BORGWARDT et al. (2000) enthalten.

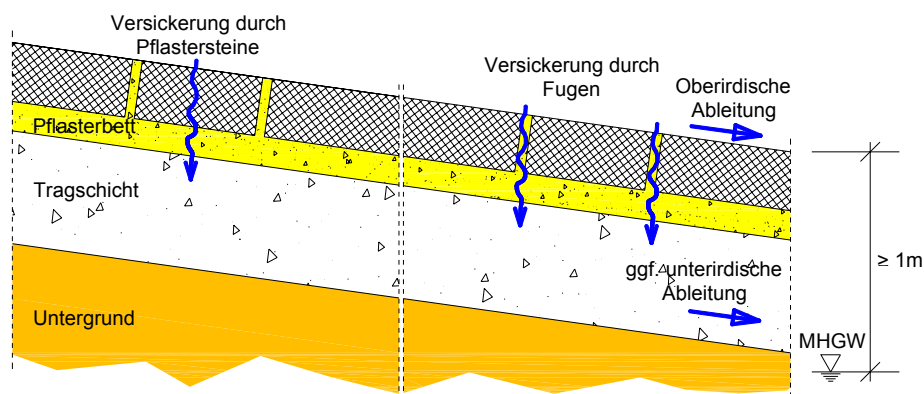


Bild 4.15: Systemskizze Durchlässige Oberflächenbefestigung mit Ableitung (A4)

■ Steckbrief Durchlässige Oberflächenbefestigung mit Ableitung (A4)

Entwässerungsfunktion

- teilweise Versickerung über die Oberflächenbefestigung und Deckschicht
- teilweise oberflächige Ableitung

Konstruktion

- Pflasterbett/Flächenbelag und Tragschicht gem. Herstellerangaben
- Abstand von der Oberkante der Flächenbefestigung zu mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) $\geq 1,0$ m

Reinigungsfunktion

- Filtration partikulärer und partikelgebundener Stoffe im Flächenbelag
- Sorption gelöster Stoffe im Flächenbelag
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	1-2
MKW	2

Bemessung

- gem. Herstellerangaben, Wasserdurchlässigkeit des Flächenbelags ≥ 270 l/(s · ha)

Vorteile

- hydraulische Entlastung von Gewässern
- Doppelfunktion: Flächenbefestigung und Entwässerung

Anwendungsbereich

- befestigte unverschmutzte und gering verschmutzte Verkehrsflächen
- Anwendungsbereiche gem. Herstellerangaben beachten (Verkehrsbelastung, Reinigungsleistung)
- Zuleitung zu Entwässerungs-/Behandlungsanlagen oder aufnehmenden Gewässern

Betrieb

- optische Kontrolle der Oberfläche 1 x jährlich
- Reinigen des Flächenbelages (z. B. Pflasterporenraum) nach Bedarf bzw. Herstellerangaben

Nachteile

- unterschiedliche, herstelllerspezifische Anforderungen je Flächenbelag sind für den Bau und Betrieb zu beachten
- vergleichsweise aufwendiger Betrieb/Reinigung
- abgeleitete Oberflächenabflüsse sind ggf. zu behandeln

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.10 Abscheideanlage nach RiStWag (AL1)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

RiStWag-Abscheider, Abscheider für Leichtflüssigkeiten nach RiStWag, Abscheider, Leichtflüssigkeitsabscheider, Ölabscheider, Ölauffangbecken

■ **Kurzbeschreibung:**

Abscheideanlagen nach RiStWag sind Beckenanlagen, die mit einem Dauerstau und einem Ablauf nach einer Tauchwand ausgestattet sind. Sie dienen dem Rückhalt von mechanisch abscheidbaren und absetzbaren Stoffen. Weiterhin können größere Mengen von wassergefährdenden Leichtflüssigkeiten z.B. infolge von Tankwagenunfällen zurückgehalten werden.

Die Beckenkonstruktion mit einer Lage des Zulaufs über dem Dauerwasserstand in Kombination mit einer nachfolgenden Tauchwand bewirkt ein Absinken der Strömung auf die Beckensohle, was bei starken Ereignissen zu einer Remobilisierung bereits abgelagerter Sedimente führen kann (LANGE et al. (2003)). Nach neusten Erkenntnissen sollte der Zulauf daher in getauchter Form in das Becken eingeleitet werden (siehe Kapitel 4.11, AL2). Die Abscheideanlage nach RiStWag (AL1) sollte daher nicht für Neuplanungen vorgesehen werden.

Als Sanierungsmaßnahmen für bestehende Abscheideanlagen nach RiStWag (AL1) kommt unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten ggf. eine Anhebung der Überlaufschwelle im Ablaufbereich verbunden mit einer Entfernung der Tauchwand im Zulaufbereich in Betracht, so dass es zu einem Einstau des Zulaufs kommt. Alternativ ist auch die Anordnung einer Querwand unterhalb der vorderen Tauchwand über die gesamte Beckenbreite möglich (IFS (2005)). Bei einer Sanierung ist eine Bewertung der Reinigungsleistung des Abscheiders wie nach AL2 möglich.

Die Bauweise der Abscheider ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Sie können als gedichtete Erdbecken oder in massiver Bauweise hergestellt werden. Das Längen-/Breitenverhältnis sollte ≥ 3 sein. Um eine Aufwirbelung von bereits abgesetzten Stoffen zu vermeiden, wird eine Beckentiefe von mindestens 2 m empfohlen. Abscheideanlagen können mit Regenrückhaltebecken kombiniert werden, so dass der Retentionsraum über dem Dauerstaubereich liegt.

Weitere Hinweise sind der RiStWag zu entnehmen.

Hinweis: Musterlösung für die Abscheideanlage nach RiStWag (AL1) entfällt, da diese nicht für die Ausführung vorgesehen ist.

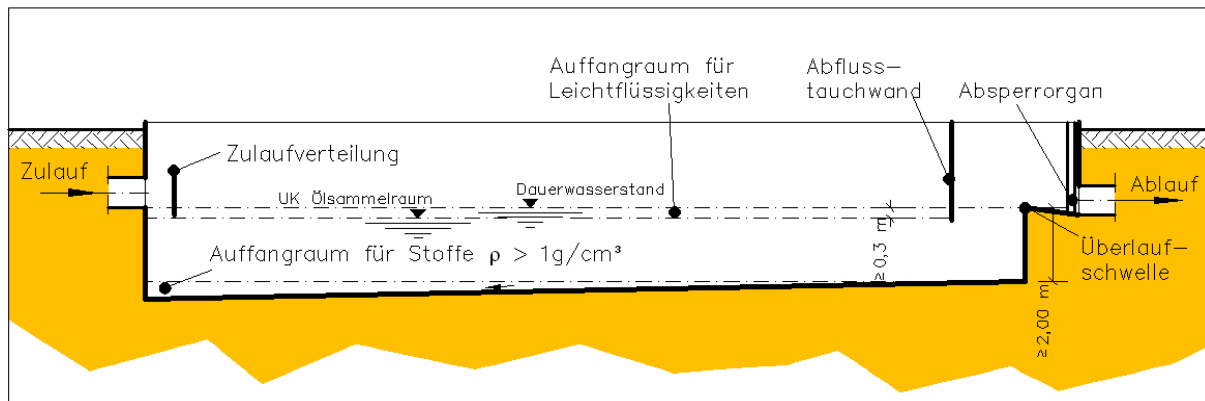


Bild 4.16: Systemskizze Längsschnitt Abscheideanlage nach RiStWag, hier in massiver Ausführung



Bild 4.17: Abscheideanlage nach RiStWag in massiver Ausführung, Blick über das Becken auf die Abflusstauchwand

■ Steckbrief Abscheideanlage nach RiStWag (AL1)

Entwässerungsfunktion

- Regenwasserbehandlung

Konstruktion

- Sohle Zulauf liegt über Dauerwasserstand
- Zulaufverteilung im Zulaufbereich
- Oberfläche Abscheide-
raum $\geq 40 \text{ m}^2$
- Verhältnis Länge zu Breite $\geq 3 : 1$
- Beckenbreite bei senkrechten Becken 3-6 m für Einzelbecken und 2-6 m für Becken mit zwei Kammern
- Beckentiefe $\geq 2 \text{ m}$
- Auffangraum für Leichtflüssigkeiten $10 - 30 \text{ m}^3$
- Auffangraum für Sedimente bis zu 10 m^3
- Abstand Unterkante Abflusstauwand $\geq 0,3 \text{ m}$ unter Ablaufhöhe
- Abstand Unterkante Auffangraum für Leichtflüssigkeiten und Unterkante Abflusstauwand $\geq 0,1 \text{ m}$
- Zu- und Ablauf mit Ab-sperrorgan
- Umlaufkanal zur Außerbetriebnahme der Anlage

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer u. partikelgebundener Stoffe
- Abscheidung von Leichtflüssigkeiten durch Dichtentrennung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	1
gelöste Stoffe	0
MKW	2

Bemessung

- gem. RiStWag
- Bemessungsregen $r_{15,1}$ ($r_{15,0,2} - r_{15,1}$ bei Trinkwassersperren)
- Oberflächenbeschickung $q_{A\leq} \leq 9 \text{ m}^3/\text{h}$
- horizontale Fließgeschwindigkeit unter und vertikale Fließgeschwindigkeit nach der Tauchwand $\leq 0,05 \text{ m/s}$

Vorteile

- lokal begrenzter Betriebspunkt
- Schutz der Gewässer vor Einleitung von Leichtflüssigkeiten bei Unfällen

Anwendungsbereich

- Schutz der Gewässer vor Belastung mit Leichtflüssigkeiten bei Unfällen
- Trinkwasserschutzgebiete

Betrieb

- Räumung der abgelagerten Sedimente je nach Bedarf
- Leichtflüssigkeiten schon bei geringen Mengen entsorgen
- regelmäßige Kontrolle (wenigstens 2 mal im Jahr)
- Betriebsanweisung

Nachteile

- geringe Sedimentationsleistung, Gefahr der Remobilisierung bereits abgesetzter Sedimente
- keine Reinigungsleistung hinsichtlich gelöster Stoffe
- bei kleinen Einzugsgebieten sind große Anlagen infolge Mindestabmessungen erforderlich

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

4.11 Abscheideanlage nach RiStWag mit optimiertem Zulauf (AL2)

■ Synonyme Anlagenbezeichnungen:

RiStWag-Abscheider, Abscheider für Leichtflüssigkeiten nach RiStWag, Abscheider, Leichtflüssigkeitsabscheider, Ölabscheider, Ölauffangbecken → jeweils mit Zusatz „mit optimiertem Zulauf“

■ Kurzbeschreibung:

Abscheideanlagen nach RiStWag mit optimiertem Zulauf sind Beckenanlagen, die mit einem Dauerstau und einem Ablauf nach einer Tauchwand ausgestattet sind. Sie dienen dem Rückhalt von mechanisch abscheidbaren und absetzbaren Stoffen. Weiterhin können größere Mengen von wassergefährdenden Leichtflüssigkeiten z.B. infolge von Tankwagenunfällen zurückgehalten werden.

Aufgrund der in Kapitel 4.10 beschriebenen Nachteile der Zulaufkonstruktion auf die Reinigungsleistung der Abscheideanlage nach RiStWag (AL1) wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen ein Forschungsvorhaben zur „Optimierung von Absetzbecken“ initiiert. Die Ergebnisse des Vorhabens führen zu folgender optimierten Bauform (IFS 2005).

Der Zulauf zum Becken wird über zwei eingestaute Rohre parallel zur Beckenachse ausgeführt. Auf eine Zulaufverteilung durch eine Prallplatte oder Tauchwand wird im Zulaufbereich verzichtet. Vor dem Becken sollte ein Bauwerk angeordnet sein, das eine gleichmäßige Verteilung auf die beiden Zuläufe gewährleistet.

Die Sedimentoberfläche sollte einen Abstand von mehr als 1,8 m unter Dauerwasserstand besitzen, um eine Remobilisierung zu vermeiden. Zur Beurteilung ist eine regelmäßige Erfassung des Sedimentspiegels und ggf. eine rechtzeitige Beckenräumung notwendig.

Die Bauweise der Abscheider mit optimiertem Zulauf ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Sie können als gedichtete Erdbecken oder in massiver Bauweise hergestellt werden. Abscheideanlagen mit optimiertem Zulauf können mit Regenrückhaltebecken kombiniert werden, so dass der Retentionsraum über dem Dauerstaubereich liegt.

Weitere Hinweise sind RiStWag und IFS (2005) zu entnehmen.

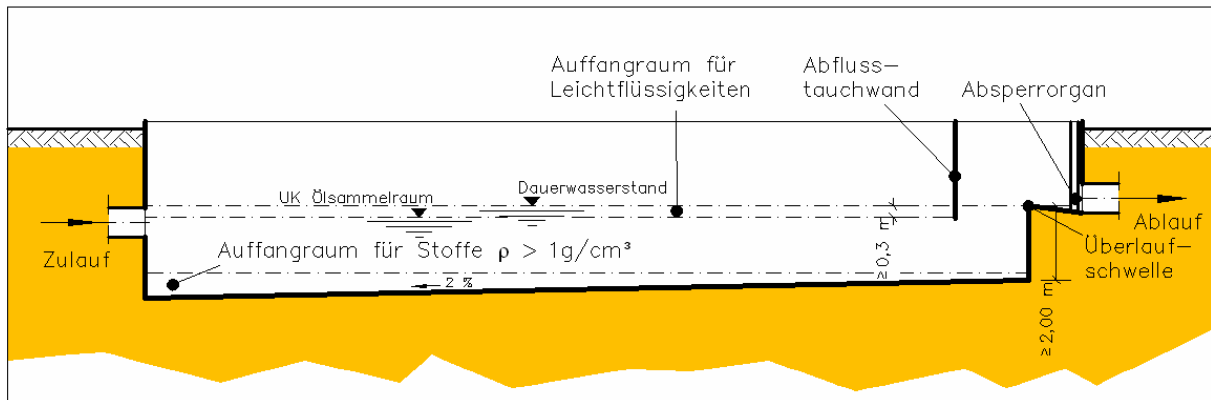


Bild 4.18: Systemskizze Längsschnitt Abscheideanlage nach RiStWag mit optimiertem Zulauf, hier in massiver Ausführung (nach IFS 2005)

■ Steckbrief Abscheideanlage nach RiStWag mit optimiertem Zulauf (AL2)

Entwässerungsfunktion

- Regenwasserbehandlung

Konstruktion

- Zulauf erfolgt über 2 eingestaute Rohre bei Einzelbecken
- keine Zulaufverteilung oder Tauchwand im Zulaufbereich
- Oberfläche Abscheideraum $\geq 40 \text{ m}^2$
- Verhältnis Länge zu Breite $\geq 3 : 1$
- Beckenbreite 3-6 m für Einzelbecken und 2-6 m für Becken mit zwei Kammern
- Beckentiefe $\geq 2 \text{ m}$
- Auffangraum für Leichtflüssigkeiten $10 - 30 \text{ m}^3$
- Auffangraum für Sedimente nach Erfordernis
- Abstand Unterkante Abflusstauwand $\geq 0,3 \text{ m}$ unter Ablaufhöhe
- Abstand Unterkante Auffangraum für Leichtflüssigkeiten und Unterkante Abflusstauwand $\geq 0,1 \text{ m}$
- Zu- und Ablauf mit Absperrorgan
- Umlaufkanal zur Außerbetriebnahme der Anlage

Reinigungsfunktion

- Sedimentation partikulärer u. partikelgebundener Stoffe
- Abscheidung von Leichtflüssigkeiten durch Dichtentrennung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe 2 - 3

gelöste Stoffe 0 ²⁾

MKW 2

Bemessung

- gem. RiStWag
- Bemessungsregen $r_{15,1}$ ($r_{15,0,2} - r_{15,1}$ bei Trinkwassersperren)
- Oberflächenbeschickung $q_A \leq 9 \text{ m}^3/\text{h}$
- horizontale Fließgeschwindigkeit unter und vertikale Fließgeschwindigkeit nach der Tauchwand $\leq 0,05 \text{ m/s}$

Vorteile

- lokal begrenzter Betriebspunkt
- Schutz der Gewässer vor Einleitung von Leichtflüssigkeiten bei Unfällen
- verbesserte Reinigungsleistung gegenüber part. Stoffen im Vergleich zu AL1
- Remobilisierung bereits abgesetzter Sedimente wird weitgehend vermieden

Anwendungsbereich

- Schutz der Gewässer vor Belastung mit Leichtflüssigkeiten bei Unfällen
- Trinkwasserschutzgebiete

Betrieb

- regelmäßige Erfassung des Abstandes des Sedimentes unter Dauerwasserstand
- Räumung der abgelagerten Sedimente wenn Abstand zwischen Dauerwasserstand und Sediment $< 1,8 \text{ m}$
- Leichtflüssigkeiten schon bei geringen Mengen entsorgen
- regelmäßige Kontrolle (wenigstens 2 mal im Jahr)
- Betriebsanweisung

Nachteile

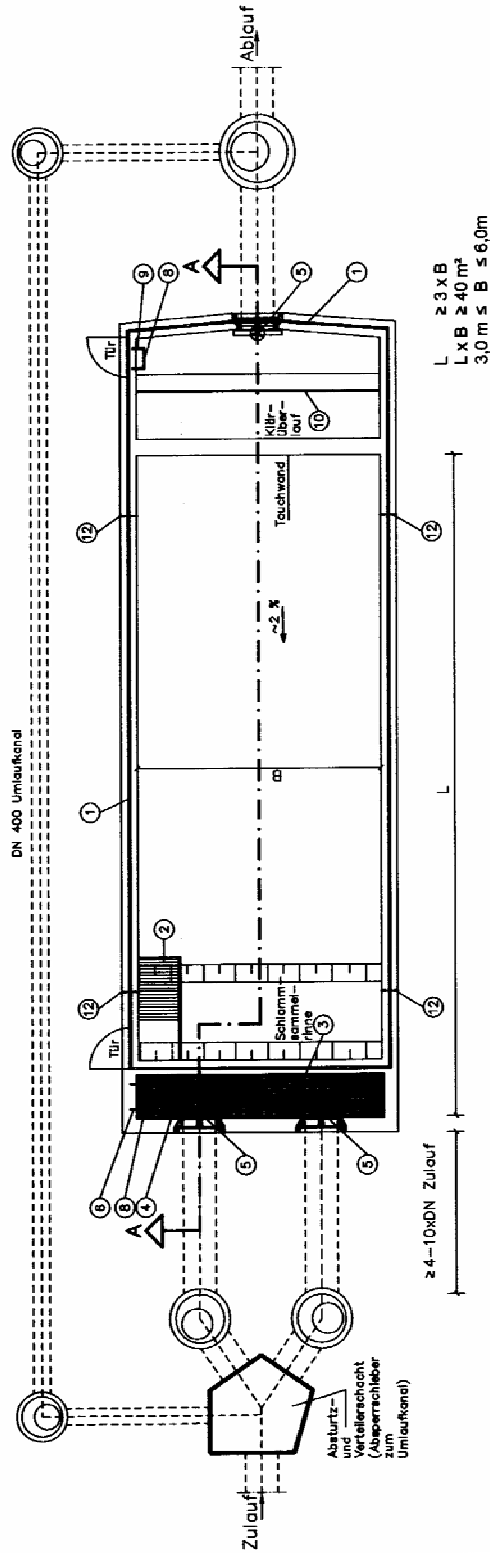
- keine Reinigungsleistung hinsichtlich gelöster Stoffe
- bei kleinen Einzugsgebieten sind große Anlagen infolge Mindestabmessungen erforderlich

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

²⁾ Bei langen Aufenthaltszeiten kann es durch Adsorptionsprozesse am eingetragenen Sediment auch zu einer Reduktion von gelösten Stoffen kommen

MUSTERPLANUNG ABSCHIEDEANLAGE NACH RiStWag MIT OPTIMIERTEM ZULAUF

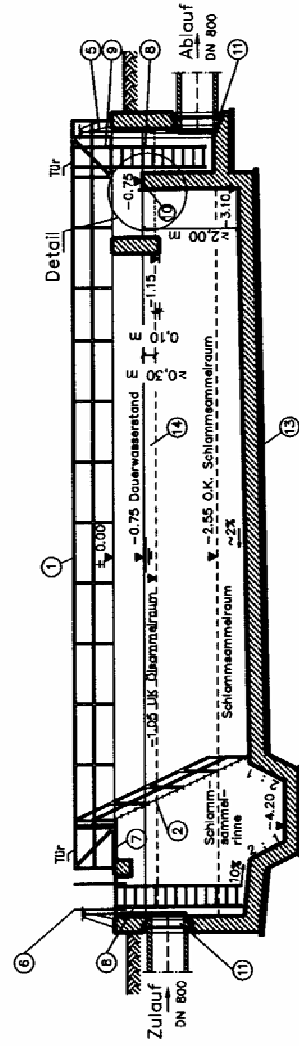
Draufsicht



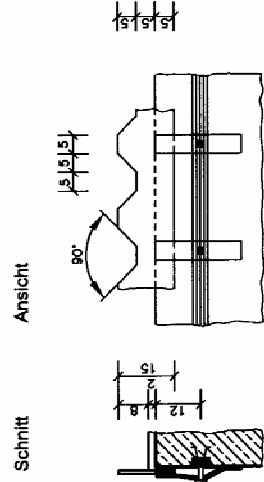
Legende

1. GELÄNDER
2. TREPPE mit Geländer 65° geneigt
3. GITTERSTABBECKUNG begehbar und verschraubt
4. GETEILTE GITTERSTABBECKUNG mit Schloß, Schmierlen und Lasche aufklappbar, begehbar
5. NOTABSPERRSCHIEBER DN 800 mit Spindelverlängerung und Handrad
6. ÜBERSTIEGBÜGEL
7. PODEST MIT GITTERROST
8. LEITER
9. HOLM
10. GEZACKTE ÜBERLAUFSCHELLE
11. GELENKIGER ANSCHLUß
12. SCHEINFUGE
13. SAUBERKEITSSCHICHT
14. AUFFANGRAUM LEICHTFLÜSSIGKEITEN 10-30 m³

Schnitt A-A



Detail gezackte Überlaufschwelle



Schnitt

Ansicht

4.12 Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss (RKBoD1)

- Synonyme Anlagenbezeichnungen

keine

- Kurzbeschreibung

Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss sind Anlagen, die dem Rückhalt von mechanisch abscheidbaren und absetzbaren Stoffen dienen. Sie haben eine vorübergehende Verbindung an einen Schmutz- oder Mischwasserkanal, der nach einem Regenereignis der gedrosselten Beckenentleerung dient, damit der Beckeninhalt der biologischen Reinigung zugeführt werden kann. Nach oder mit der Beckenentleerung werden die zurückgehaltenen Schmutzstoffe aus dem Becken entfernt. Der aufnehmende Schmutz- oder Mischwasserkanal muss eine ausreichende hydraulische Leistungsfähigkeit aufweisen, um die übergeleitete Wassermenge und die Schmutzstoffe ablageungsfrei ableiten zu können.

Die Bauweise ist den örtlichen Verhältnisse anzupassen.

Sie können als runde oder rechteckige Betonbecken oder als Erdbecken gebaut werden, s. ATV-A 128, ATV- A 166, ATV-DVWK M 176.

Es wird eine Beckentiefe von mindestens 2 m bei Einstau empfohlen, um einen Schlammaustrag mit dem Klärüberlauf in das Gewässer zu verhindern.

Bei Erstellung als Erdbecken mit natürlicher oder künstlicher Dichtung darf ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10^{-8}$ m/s nicht überschritten werden.

Regenklärbecken ohne Dauerstau verfügen über einen gedrosselten Klärüberlauf sowie ein vorgeschaltetes Entlastungsbauwerk (Regenüberlauf). Durch Absperrschieber muss bei Unfällen der Beckenablauf unterbrochen werden können.

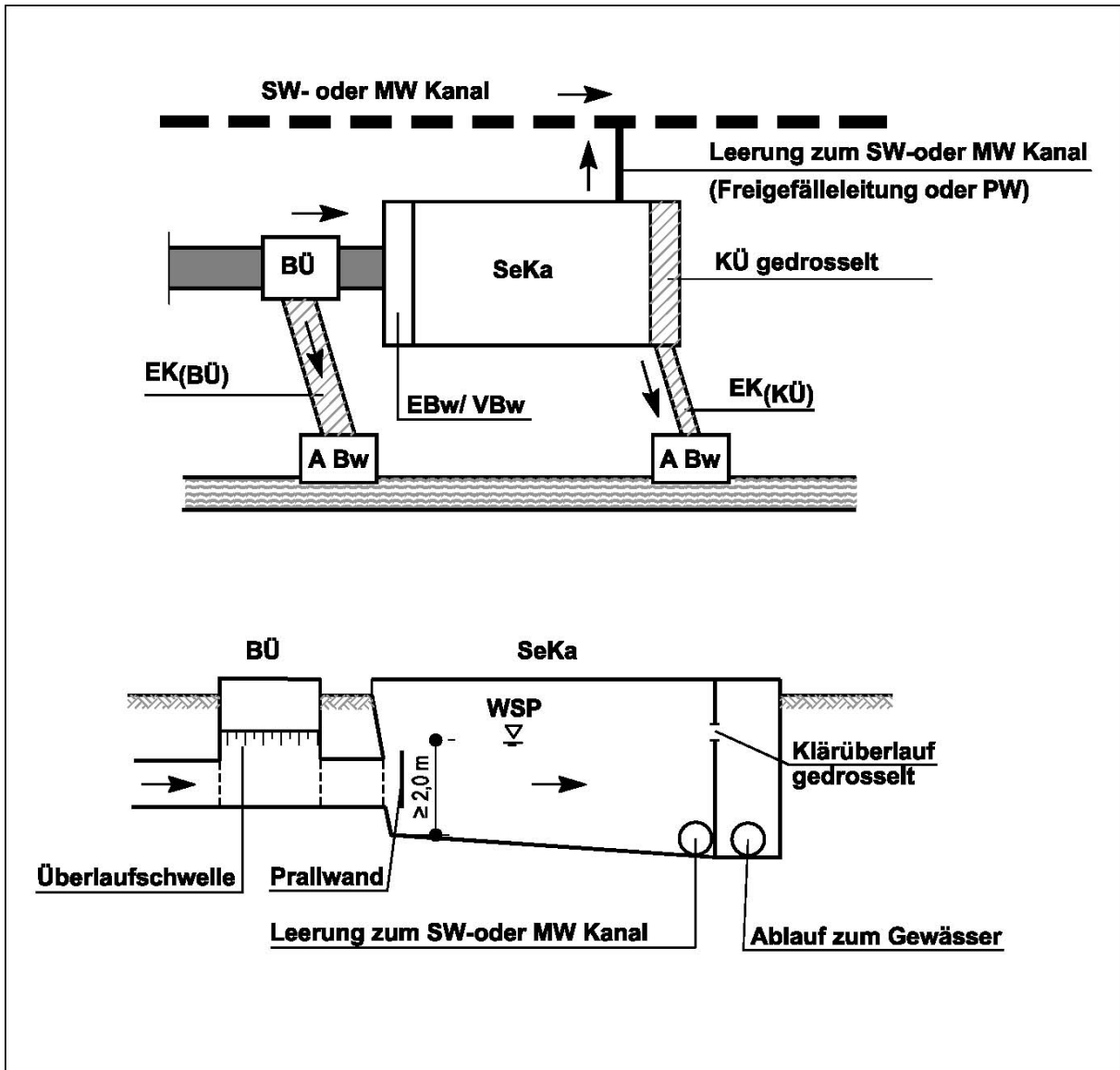


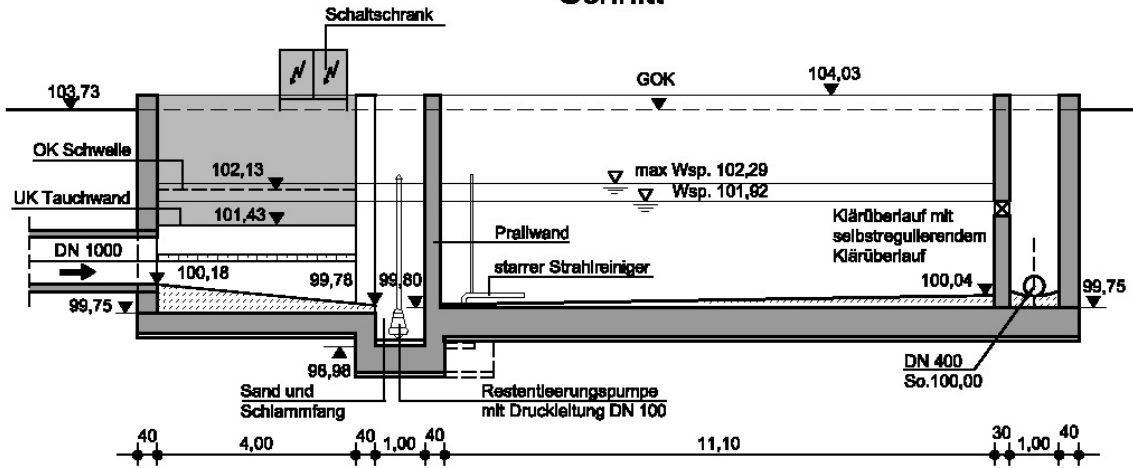
Bild 4.19: Schematische Darstellung eines Regenklärbeckens ohne Dauerstau (ATV-A 166)

■ Steckbrief Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss (RKBoD1)

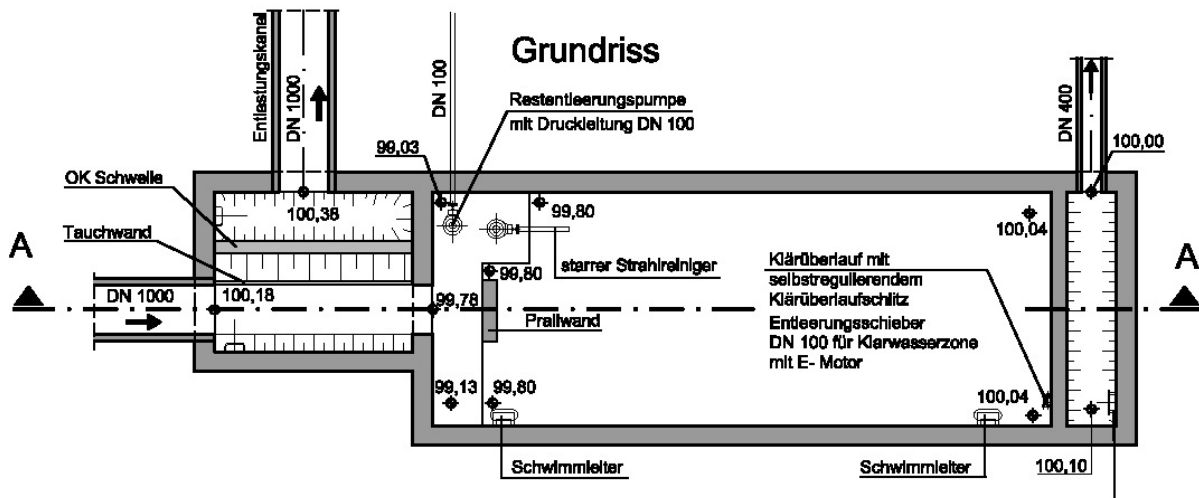
<p>Entwässerungsfunktion</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Regenwasserbehandlung 	<p>Reinigungsfunktion</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentation partikulärer und partikelgebundener Stoffe ■ Abscheidung von Leichtflüssigkeiten durch Dichtentrennung ■ Biologische Reinigung des Beckeninhaltes in einer Anlage ■ Reinigungsleistung <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">partik. Stoffe</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">gelöste Stoffe</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">MKW</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">1</td> </tr> </tbody> </table>	partik. Stoffe	1	gelöste Stoffe	1	MKW	1	<p>Anwendungsbereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bei erhöhtem Anteil an gelösten Stoffen aufgrund der Flächennutzung ■ Voraussetzung: kein ständiger Fremdwasserabfluss im RW-Kanal ■ Voraussetzung: Schmutz- oder Mischwasserkanal für den Anschluss in der Nähe mit erforderlicher Leistungsfähigkeit vorhanden
partik. Stoffe	1							
gelöste Stoffe	1							
MKW	1							
<p>Konstruktion</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbildung aus Beton als Rund- oder Rechteckbecken oder als Erdbecken ■ Scheitel des Zulaufes liegt unter max. Wasserspiegel. Verhältnis Länge/Breite der Sedimentationskammer bei Rechteckbecken $\geq 3 : 1$ ■ Beckentiefe bei max. Wasserspiegel ≥ 2 m ■ Vorrichtung für Leichtstoffabscheidung ■ Zu- und Ablauf mit Ab-sperrorgan 	<p>Bemessung</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ RAS-Ew und RdErl. MUNLV v. 26.05.2004 für kritische Regenspende ≥ 15 l/(s·ha) und Oberflächenbeschickung $q_A = 10$ m/h. Horizontale Fließgeschwindigkeit bei gefüllter Kammer $v_h \leq 0,05$ m/s ■ Nutzvolumen ≥ 10 m³/ha befestigte Fläche im Einzugsgebiet <p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Lokal begrenzter Betriebspunkt ■ Schutz der Gewässer vor gelösten Stoffen durch Ableitung des Beckeninhaltes zur biologischen Behandlung ■ Schutz der Gewässer im Notfall vor wassergefährdenden Stoffen ■ Remobilisierung bereits abgesetzter Sedimente wird verhindert 	<p>Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ableitung des Beckeninhaltes zur biologischen Behandlung nach Regenende ■ Reinigung des Becken während oder nach der Leerung ■ Leichtflüssigkeiten schon bei geringen Mengen entsorgen <p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Behandlung nur bis zur kritischen Regenspende möglich 						

Musterplanung (in Anlehnung an ATV - M 176)

Schnitt



Grundriss



4.13 Regenklärbecken ohne Dauerstau mit ständigem Drosselabfluss (RKBoD2)

- Synonyme Anlagenbezeichnungen

keine

- Kurzbeschreibung

Es gilt die Kurzbeschreibung für Regenklärbecken mit Drosselabfluss (RKBoD1). Der einzige Unterschied zwischen den beiden Anlagentypen liegt darin, dass beim Becken RKBoD2 eine **ständige** Ableitung des Beckeninhaltes zur biologischen Behandlungsanlage erfolgt. Bei Zuflüssen aus Niederschlägen unter der kritischen Regenspende wird damit eine weitaus größere Zuflussmenge, z. T. der gesamte Zufluss, der biologischen Behandlung zugeführt.

- Schematische Darstellung

Es gilt die Systemskizze für Regenklärbecken ohne Dauerstau mit Drosselabfluss (RKBoD1), s. Kapitel 4.12.

4.14 Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD)

- Synonyme Anlagenbezeichnungen

Absetzbecken

- Kurzbeschreibung

Regenklärbecken mit Dauerstau sind Anlagen, die dem Rückhalt von mechanisch ab-scheidbaren und absetzbaren Stoffen dienen. Sie werden als Durchlaufbecken gestaltet. Ferner dienen sie als Notfallbecken für bei Unfällen austretende wassergefährdende Stoffe. Die Bauweise ist den örtlichen Verhältnissen anzupassen. Für die Behandlung von Straßenwasser kommen bei der Ausbildung als Betonbecken in erster Linie Rechteckbecken in Frage. Erdbecken ist in der Regel der Vorzug zu geben.

Die Dauerstautiefe soll mindestens 2 m betragen. Der Zulauf zum Becken ist so zu gestalten, dass über den gesamten Beckenquerschnitt eine möglichst gleichmäßige Durchströmung erfolgt. Der Scheitel des Zulaufes darf daher nicht über dem Dauerstau liegen. Vor dem Klärüberlauf ist eine Tauchwand vorzusehen.

Für den Schlammanfall kann nach RAS-Ew grundsätzlich von etwa 1 m³ Schlamm/(ha·a) angeschlossene befestigte Flächen ausgegangen werden.

Im abgesetzten Schlamm kann es zu anaeroben Vorgängen und dadurch zur Rücklösung von partikulär gebundenen Stoffen kommen. Bei offenen Becken werden diese Vorgänge durch den direkten Windeinfluss und die temperaturbedingten Umwälzungen im Dauerstau wesentlich gemindert. Offenen Becken ist daher der Vorzug zu geben.

Bei erforderlicher Dichtung von Erdbecken darf ein Durchlässigkeitsbeiwert von 10⁻⁸ m/s nicht überschritten werden.

Regenklärbecken mit Dauerstau verfügen über einen gedrosselten Klärüberlauf sowie ein vorgeschaltetes Entlastungsbauwerk (Regenüberlauf). Durch Absperrschieber muss bei Unfällen der Beckenablauf unterbrochen werden können.

Die Anordnung eines Grundablasses zu Wartungs- und Reinigungszwecken oberhalb des zu erwartenden Schlammspiegels wird empfohlen.

Weitere Hinweise sind der RAS-Ew, ATV-A 166, ATV-DVWK M 176 sowie den RdERI. MUNLV v. 26.05.2004 zu entnehmen.

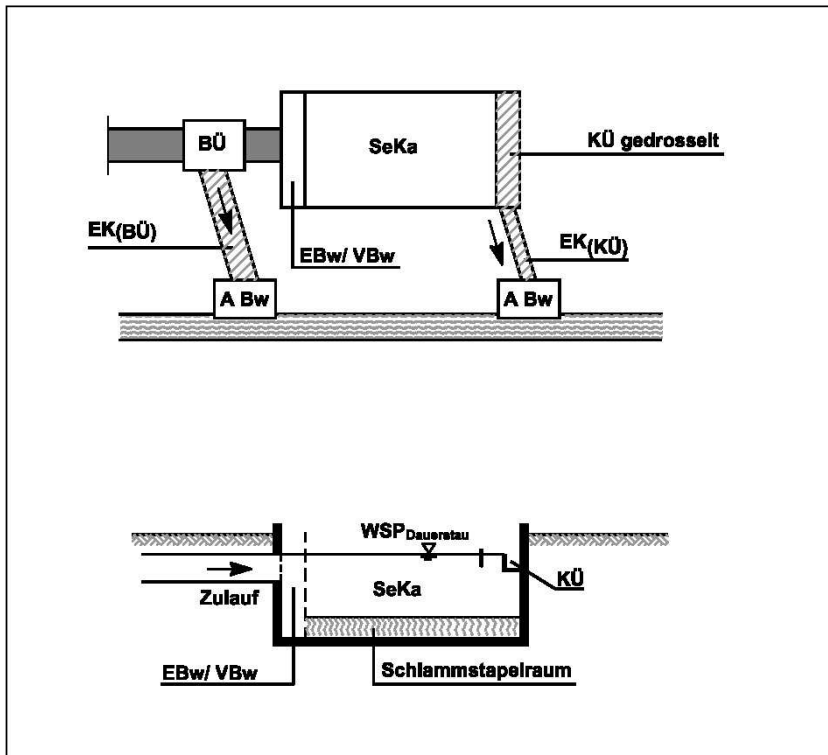
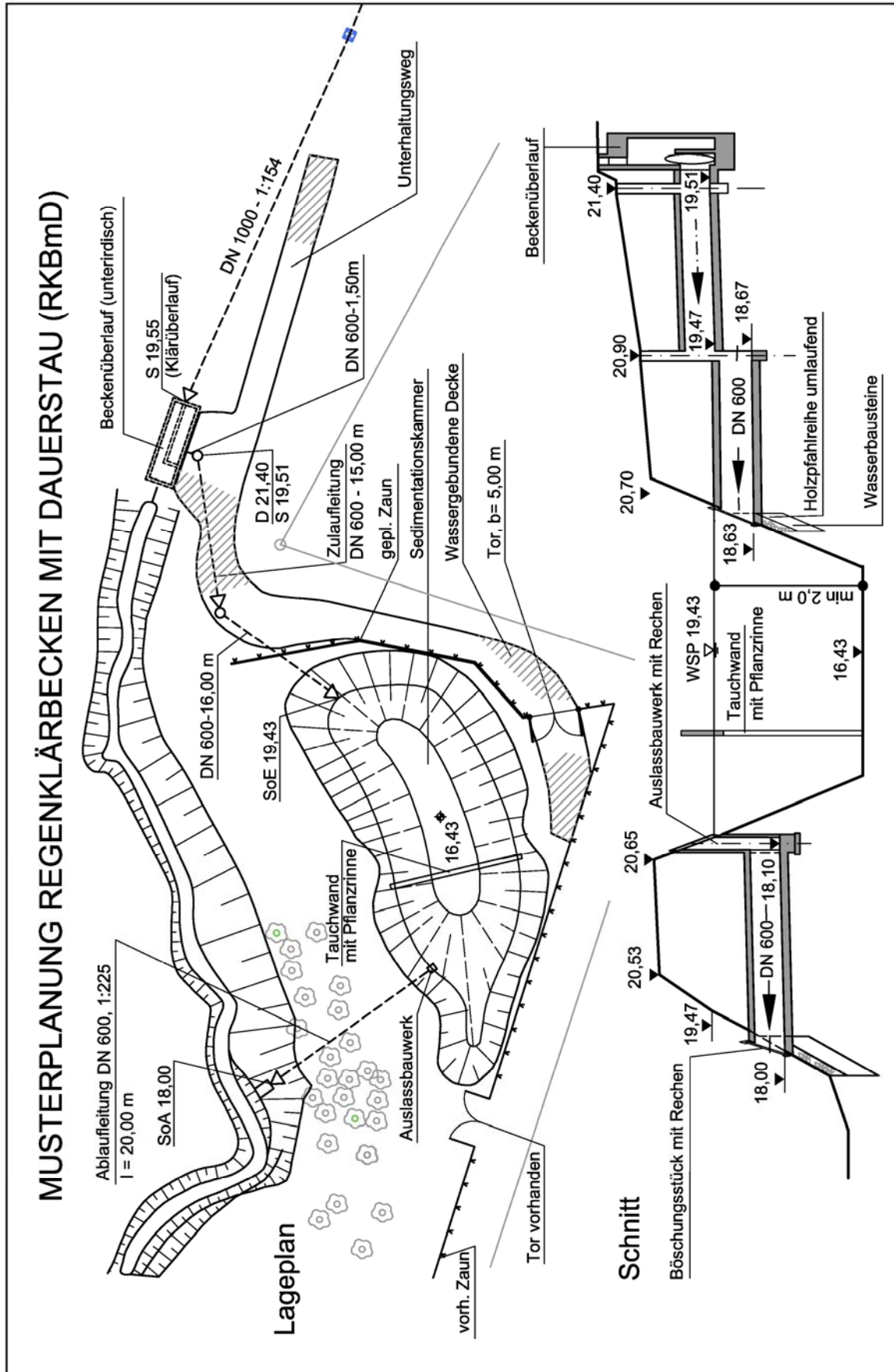


Bild 4.20: Schematische Darstellung eines Regenklärbeckens mit Dauerstau



Bild 4.21: Regenklärbecken mit Dauerstau in Erdbauweise



4.15 Retentionsbodenfilter (RBF)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

Bodenfilter, Filterbecken

■ **Kurzbeschreibung:**

Filterbecken sind Becken mit einem künstlich eingebrachten bewachsenen Filtersubstrat. Bei Retentionsbodenfiltern ist über dem Bodenfilter ein Retentionsraum vorhanden. Nach Passage des Filterkörpers wird das Wasser in einer Dränage gefasst und gedrosselt oberhalb der Beckendichtung in ein Gewässer eingeleitet.

In der bewachsenen, vertikal durchströmten Filterschicht werden partikuläre Feststoffe zurückgehalten und z.T. auch gelöste Stoffe durch Sorption und biochemische Prozesse entfernt. Durch den Retentionsraum kommt es zu einer Reduzierung der hydraulischen Gewässerbelastung.

Einem Retentionsbodenfilter ist immer eine Vorstufe mit Sedimentationskammer und integrierter Leichtflüssigkeitsabscheidung vorzuschalten, um die Kolmationsgefahr des Filters zu begrenzen. Als Vorstufen werden nach Merkblatt DWA-M 178 Regenklärbecken (Kapitel 4.12 – 4.14) empfohlen, die einen optimierten Zulauf aufweisen sollten, wie er in Kapitel 4.11 (AL2) dargestellt ist.

Insbesondere Baumaßnahmen im Einzugsgebiet des Bodenfilters tragen zu hohen Sedimentfrachten bei. Der Anschluss der Niederschlagsentwässerung an den Bodenfilter sollte daher erst erfolgen, wenn ein Großteil der Baumaßnahmen abgeschlossen ist.

Die Oberfläche des Bodenfilters ist durch Vegetation (Schilf) vor der Kolmation zu schützen. Die Inbetriebnahme des Bodenfilters sollte erst erfolgen, wenn eine geschlossene Vegetationsdecke vorliegt.

Die eingesetzten Filtersubstrate müssen eine ausreichende Durchlässigkeit aufweisen, langfristig eine hohe Reinigungsleistung besitzen und einen geringen eigenen Schadstoffgehalt haben.

Der Fremdwasserzufluss zum Bodenfilter muss minimiert werden, um eine Dauerbeschickung des Filters zu vermeiden, die zu einer Kolmation führen kann.

Retentionsbodenfilter werden bei sehr hohen Anforderungen an die Reinigung des Straßenabflusswassers eingesetzt.

Weitere Hinweise sind MUNLV (2003) und Merkblatt DWA-M 178 zu entnehmen. Bei den Empfehlungen zur Konstruktion und Bemessung gibt es Unterschiede zwischen dem vorgenannten Handbuch bzw. Merkblatt. Im Steckbrief sind im Wesentlichen die Empfehlungen des MUNLV (2003) aufgeführt.

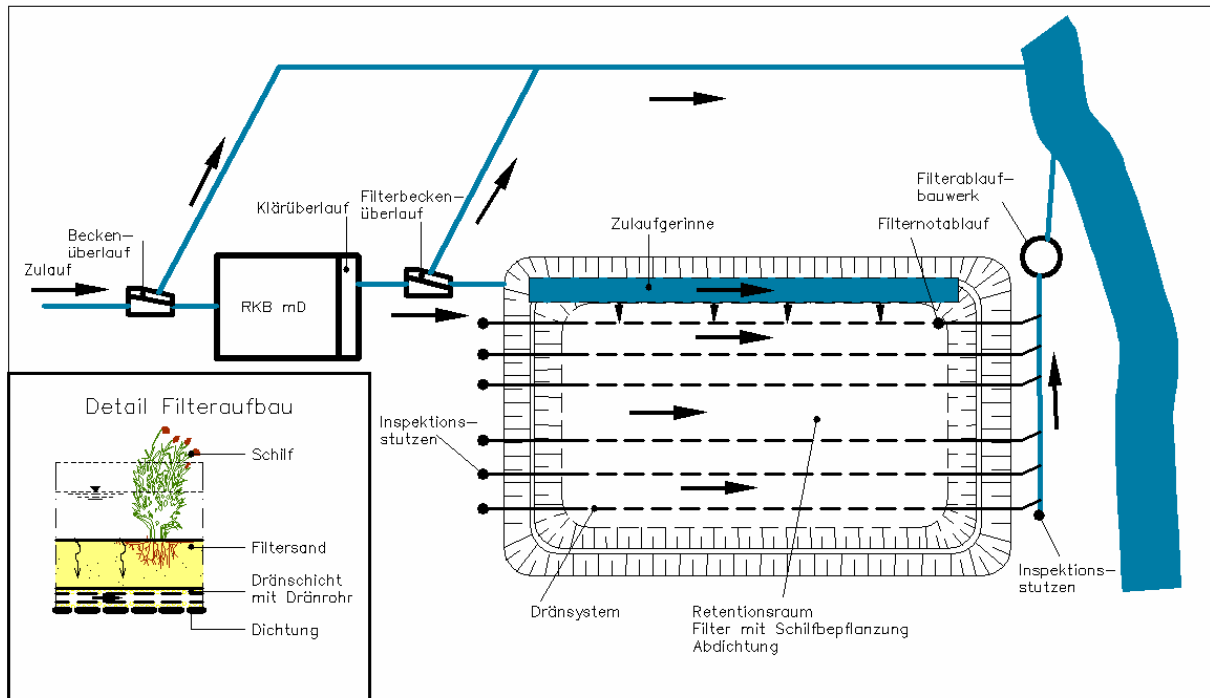


Bild 4.22: Systemskizze Draufsicht Retentionsbodenfilteranlage, hier mit vorgeschaltetem Filterbeckenüberlauf und Regenklärbecken mit Dauerstau (nach MUNLV (2003))



Bild 4.23: Retentionsbodenfilteranlage, Blick über den Filter in Richtung Vorstufe (ROTH 2005)

■ Steckbrief Retentionsbodenfilter (RBF)

Entwässerungsfunktion

- Regenwasserbehandlung
- Retention der Straßenabflüsse mit gedrosselter Ableitung zum Vorfluter

Konstruktion ²⁾

- Beschickung der Vorstufe nur bis zum Bemessungsabfluss (r_{krit})
- Schwellbelastung Überlauf zum Filter $\leq 100-150 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$, Überfallhöhe $\leq 0,12 - 0,2 \text{ m}$
- Einschichtiger Filteraufbau aus sandigem Filtersubstrat; Filterhöhe i.d.R. $0,75 - 1,0 \text{ m}$
- Bewuchs mit Schilf
- Sohlabdichtung, dauerhaft $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ³⁾
- Filtersubstrat mit:
 - Ausgangsdurchlässigkeit $k_{fA} \geq 10^{-4} \text{ m/s}$ ³⁾
 - Ton- und Schluffgehalt $< 1\%$
 - Carbonatgehalt $10-15 \%$
 - Einhaltung Z0-Werte LAGA
 - weitere Hinweise MUNLV (2003)
- Drosseleinrichtung im Ablauf regelt Filtergeschwindigkeit $v_f = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ bzw. $0,03 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$
- Notleitung zur Außerbetriebnahme des Bodenfilters

Reinigungsfunktion

- Sedimentation und Abscheidung in der Vorstufe
- Filtration partikulärer u. partigelgebundener Stoffe im Filtersubstrat
- Sorption gelöster Stoffe
- biochemische Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	2 - 3
MKW	3 - 4

Bemessung

- gem. MUNLV (2003)
- Einstaudauer $t_e \leq 48 \text{ h}$
- Beschickungshöhe h_f im langjährigen Mittel $40-50 \text{ m/a}$ im Einzeljahr 60 m/a
- hydraulischer Wirkungsgrad η_h nach örtlicher Festlegung
- Nachweis per Langzeitsimulation, Länge der Regenreihe $\geq 10 \text{ Jahre}$

Vorteile

- signifikante stoffliche Entlastung der oberirdischen Gewässer
- hydraulische Entlastung von Gewässern
- lokal begrenzter Betriebspunkt

Anwendungsbereich

- bei sehr hohen Anforderungen an die Reinigung des Straßenabflusswassers

Betrieb

- Inbetriebnahme des Bodenfilters erst bei geschlossener Vegetationsdecke
- Anschluss Entwässerung an Filter erst nach Abschluss Bauarbeiten im Einzugsgebiet
- Inspektion und ggf. Reinigung des Dränagesystems (alle 5 Jahre)
- regelmäßige Kontrolle (wenigstens 2 mal im Jahr)
- Minimierung des Fremdwasseranfalls
- Betriebsanweisung

Nachteile

- hohe Anforderungen an Planung, Bau und Betrieb
- kostenintensiv
- hoher Flächenbedarf

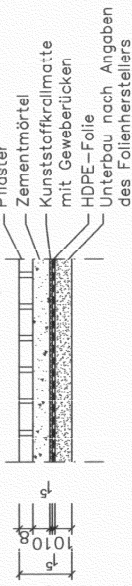
¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

²⁾ Empfehlungen nach MUNLV (2003)

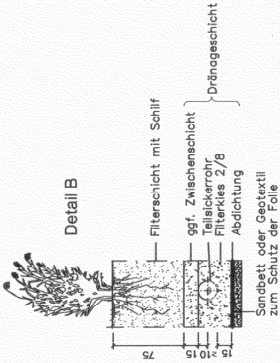
³⁾ Empfehlungen nach Merkblatt DWA-M 178

MUSTERPLANUNG RETENTIONSBODENFILTER MIT VORSTUFE

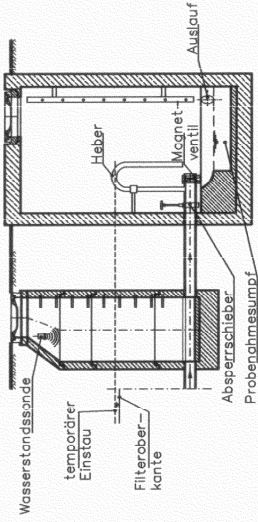
Detail A



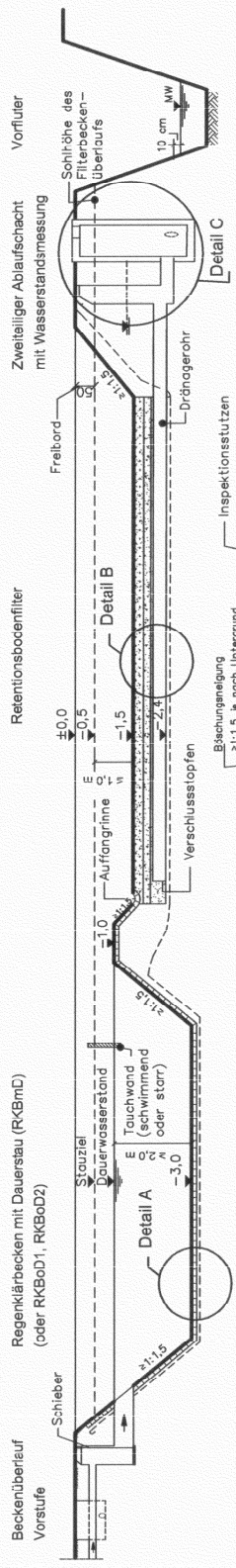
Detail B



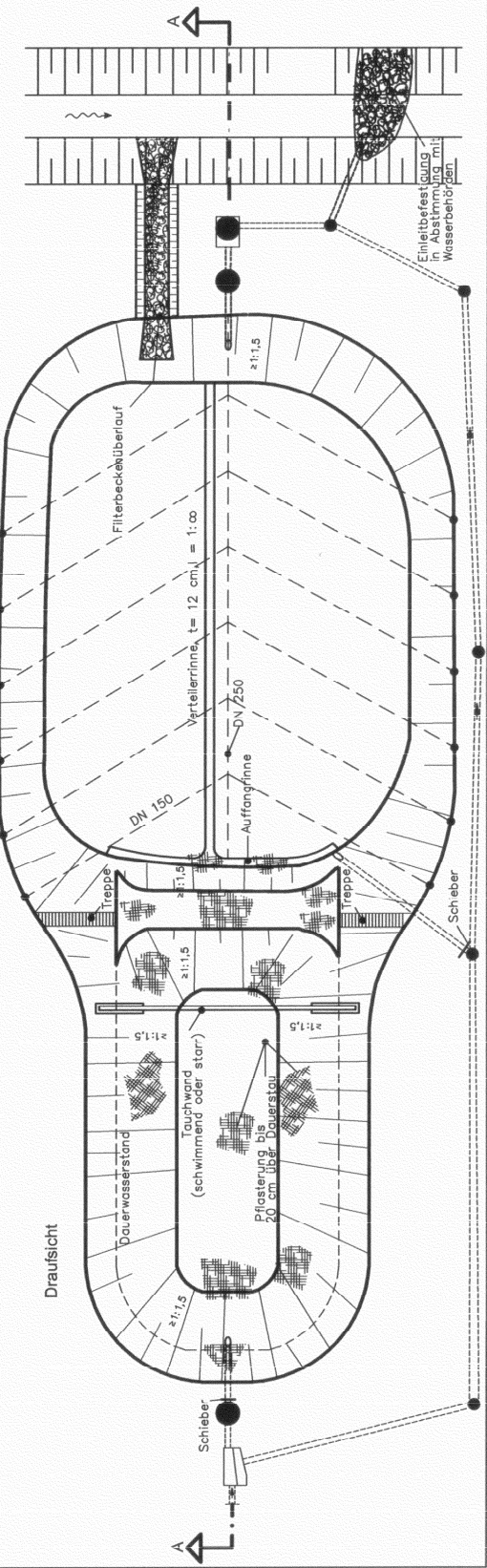
Detail C



Schnitt A - A
Regenklärbecken mit Dauerstau (RK(BmD) oder RKBoD1, RKBoD2)



Draufsicht



4.16 Bodenfilterfläche/-strecke (BF)

■ **Synonyme Anlagenbezeichnungen:**

Straßenabsetzgraben mit Filterstrecke

■ **Kurzbeschreibung:**

Bodenfilterflächen bzw. -strecken (BF) entsprechen vom Prinzip den Retentionsbodenfiltern (RBF) und sind als Erdbecken oder Mulden mit einem künstlich eingebrachten bewachsenen Filtersubstrat und Retentionsraum über dem Filter ausgebildet. Nach Passage des Filterkörpers wird das Wasser in einer Dränage gefasst und in ein Gewässer eingeleitet. Ihnen ist eine Vorstufe mit Sedimentationskammer vorzuschalten, um die Kolmationsgefahr des Filters zu begrenzen.

Gegenüber den Retentionsbodenfiltern (RBF) können Bodenfilterflächen bzw. -strecken (BF) jedoch geringere Filterschichtdicken aufweisen. Der Ablauf aus der Dränage wird üblicherweise nicht gedrosselt. Die Filtergeschwindigkeit ist somit allein von der Durchlässigkeit des Filtersubstrates abhängig, so dass die Höhe des Einleitungsabflusses in das aufnehmende Gewässer nicht genau definiert wird.

Gegenüber dem Retentionsbodenfilter (RBF) können die Vorstufen auch ohne Vorentlastung ausgeführt werden. Als Vorstufen werden üblicherweise Abscheideanlagen nach Abschnitt 4.10 angeordnet, die allerdings eine optimierte Zulaufgestaltung nach Abschnitt 4.11 aufweisen sollten. Bei einer erforderlichen Sanierung bestehender Vorstufen sind die Hinweise zur Ertüchtigung gem. AL1 zu berücksichtigen.

Insgesamt weist die Bodenfilterfläche bzw. Bodenfilterstrecke somit einen geringeren baulichen Aufwand gegenüber dem Retentionsbodenfilter (RBF) auf.

Bodenfilterfläche und Bodenfilterstrecke unterscheiden sich in der geometrischen Form. Bodenfilterflächen sind gedungen während Bodenfilterstrecken linienförmig ausgeführt werden. Letztere lassen sich auch bei stark hängigem Gelände anordnen, indem eine kaskadierte Ausführung der Rückhaltefilterräume erfolgt.

Eine Sonderform der Bodenfilterstrecke ist die Huckepackleitung nach RAS-Ew mit Dichtungsbahn. Diese besteht aus einer Sammelleitung mit einer darüber liegenden Sickerrohrleitung, die mit Filtermaterial überdeckt ist. Unter der Sickerrohrleitung ist eine Kunststoffdichtungsbahn angeordnet. Der Zufluss erfolgt über die Schulter der Straße in eine parallele Sammelmulde, in der das Huckepacksystem integriert ist, ohne vorgeschaltete Abscheideanlage.

Insbesondere Baumaßnahmen im Einzugsgebiet des Bodenfilters tragen zu hohen Sedimentfrachten bei. Der Anschluss der Niederschlagsentwässerung an den Bodenfilter sollte daher erst erfolgen, wenn ein Großteil der Baumaßnahmen abgeschlossen ist.

Die Oberfläche des Bodenfilters ist durch Vegetation (Gras oder Schilf) vor einer Selbstdichtung zu schützen. Die Inbetriebnahme des Bodenfilters sollte erst erfolgen, wenn eine geschlossene Vegetationsdecke vorliegt.

Der Fremdwasserzufluss zum Bodenfilter muss minimiert werden, um eine Dauerbeschiekung des Filters zu vermeiden, die zu einer Kolmation führen kann.

Aufgrund der geringeren Anforderung an Filtermächtigkeit und Filtersubstrat wird im Vergleich zu Retentionsbodenfiltern bei der Bodenfilterfläche bzw. -strecke eine etwas geringere Reinigungsleistung erwartet. Sie können zur Reduktion gelöster und feinkpartikulärer Stoffe im Ablauf von Sedimentationsanlagen eingesetzt werden.

Bodenfilterflächen bzw. -strecken sind in Regelwerken bislang nicht explizit dargelegt. Es sind spezielle Anlagen zur Behandlung von Straßenabflüssen, die sich in der praktischen Anwendung bewährt haben. Die Bemessung erfolgt nach RAS-Ew. Generelle Hinweise sind in Anlehnung an RAS-Ew, MUNLV (2003) und Merkblatt DWA-M 178 zu entnehmen

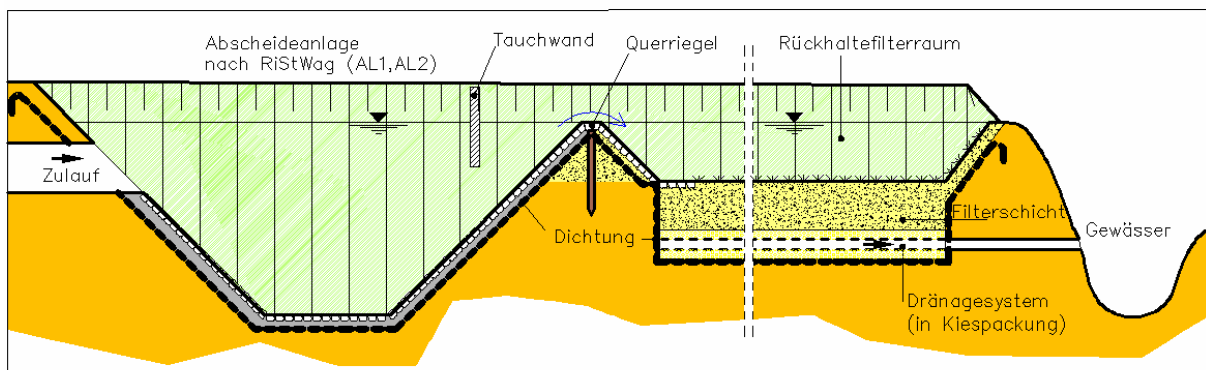


Bild 4.24: Systemskizze Längsschnitt Bodenfilterstrecke



Bild 4.25: Bodenfilterfläche, Blick über die Vorstufe mit schwimmender Tauchwand auf die Filterfläche

■ Steckbrief Bodenfilterfläche/-strecke (BF)

Entwässerungsfunktion

- Regenwasserbehandlung
- Retention der Straßenabflüsse mit gedrosselter Ableitung zum Vorfluter

Konstruktion

- Vorstufe ist nicht vorentlastet ²⁾
- Vorstufe mit optimiertem Zulauf (siehe AL2)
- Schwellbelastung Überlauf zum Filter $\leq 100\text{-}150 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ bzw. Überfallhöhe $\leq 0,12\text{ - }0,2 \text{ m}$ ⁴⁾
- Einschichtiger Filteraufbau aus mind. 0,3 m sandigem Filtersubstrat über filterstabil aufgebauten Dränageschichten
- Bewuchs mit Gras ²⁾ oder Schilf
- Sohlabdichtung, dauerhaft $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ³⁾
- Filtersubstrat mit: Durchlässigkeit $2 \cdot 10^{-4}\text{ - }5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ²⁾
- Ton- und Schluffgehalt $< 1\%$
- Einhaltung Z0-Werte LAGA
- Notleitung zur Außerbetriebnahme des Bodenfilters

Reinigungsfunktion

- Sedimentation und Abscheidung in der Vorstufe
- Filtration partikulärer u. partikelgebundener Stoffe im Filtersubstrat
- Sorption gelöster Stoffe
- biochemische Umwandlung
- Reinigungsleistung ¹⁾:

partik. Stoffe	4
gelöste Stoffe	1 - 2
MKW	2

Bemessung ⁶⁾

- gem. RAS-Ew
- $n \leq 0,1\text{ - }0,2$ ⁵⁾
- Einstautiefe beim Bemessungsereignis $< 1 \text{ m}$ ²⁾
- Entleerungszeit $t_E \leq 24 \text{ h}$ ⁵⁾

Vorteile

- stoffliche Entlastung der oberirdischen Gewässer
- hydraulische Entlastung von Gewässern
- lokal begrenzter Betriebspunkt bei Bodenfilterfläche

Anwendungsbereich

- bei hohen Anforderungen an die Reinigung des Straßenabflusswassers

Betrieb

- Inbetriebnahme des Filters erst bei geschlossener Vegetationsdecke
- Anschluss Entwässerung an Filter erst nach Abschluss Bauarbeiten im Einzugsgebiet
- Inspektion und ggf. Reinigung des Dränagesystems (alle 5 Jahre)
- regelmäßige Kontrolle (wenigstens 2 mal im Jahr)
- Minimierung des Fremdwasseranfalls
- Betriebsanweisung

Nachteile

- hohe Anforderungen an Planung, Bau und Betrieb
- Einsatz problematisch bei hohem Fremdwasseranfall
- hoher Flächenbedarf

¹⁾ Reinigungsleistung: 0 keine, 1 gering, ..., ≥ 4 hoch

²⁾ Empfehlungen nach RAS-Ew

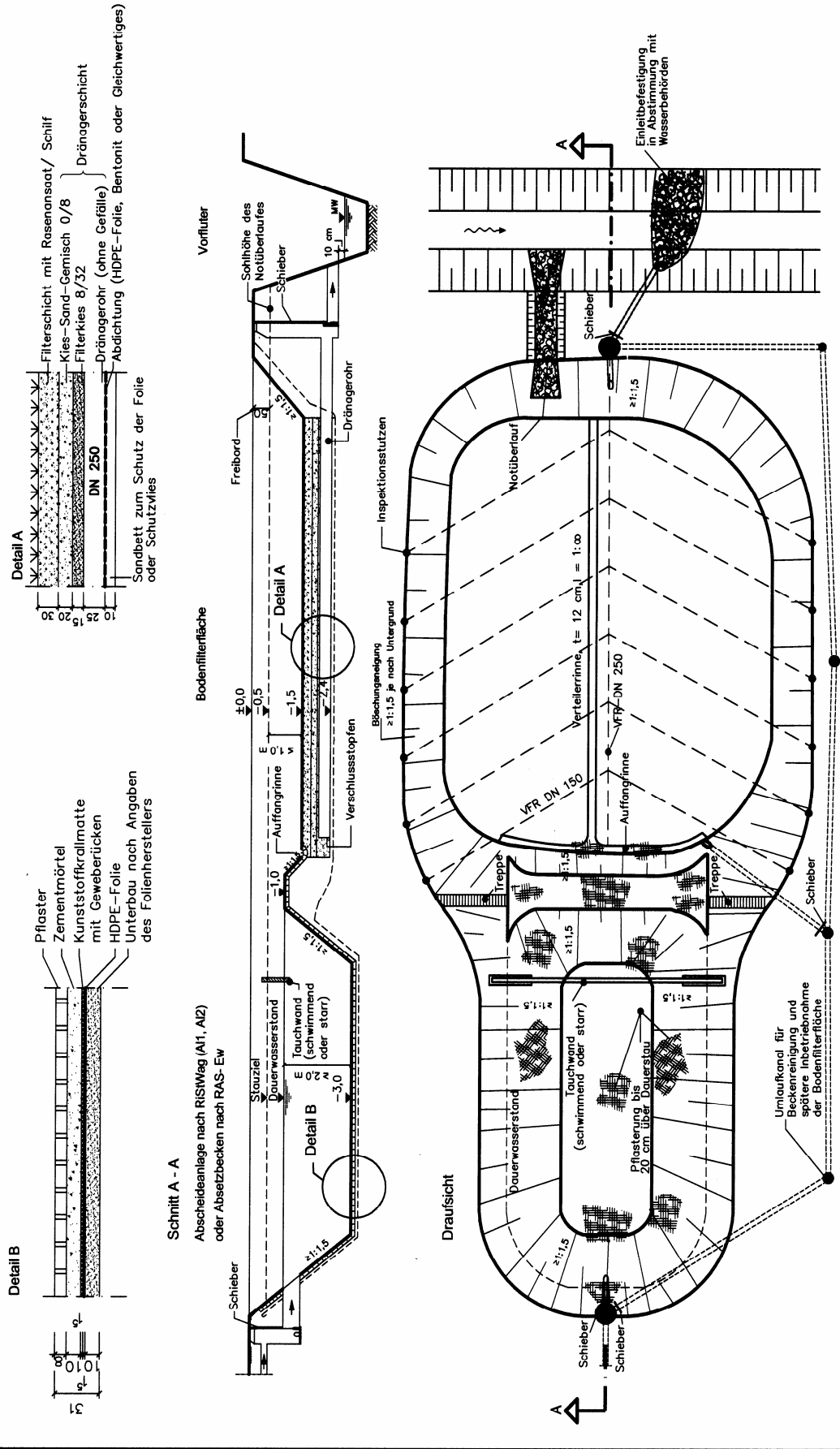
³⁾ Empfehlungen nach Merkblatt DWA-M 178

⁴⁾ In Anlehnung an die Empfehlungen nach MUNLV (2003)

⁵⁾ Empfehlungen nach Arbeitsblatt DWA-A 138

⁶⁾ Alternativ kann auch eine Bemessung nach MUNLV (2003) erfolgen

MUSTERPLANUNG BODENFILTERFLÄCHE MIT VORSTUFE



5 Betrieb und Unterhaltung

Die sichere und dauerhafte Funktion der Bauwerke zur Rückhaltung und Behandlung von Straßenoberflächenwasser erfordert regelmäßige und außerplanmäßige Überprüfungen (Kontrollen) sowie eine sachgerechte Unterhaltung. Die erforderlichen Kontroll- und Unterhaltungsmaßnahmen sind nachfolgend beschrieben.

5.1 Betriebsanleitung

Der Betrieb und die Unterhaltung der Bauwerke zur Rückhaltung und Behandlung des Straßenoberflächenwassers ist Aufgabe des Straßenbetriebsdienstes. Dieser wird in der Regel von den Straßen- und Autobahnmeistereien wahrgenommen. Planung und Ausführung der baulichen Anlagen, auch der Entwässerungsbauwerke, liegen nicht in der Hand der Meistereien. Ihnen werden die Anlagen für den Betrieb und zur Unterhaltung übergeben. Wichtig ist hierbei, dass die Meistereien mit der Funktion und den Besonderheiten der Anlagen, insbesondere der Bauwerke zur Rückhaltung und Behandlung des Straßenoberflächenwassers, vertraut gemacht werden. Hierfür ist den Meistereien rechtzeitig vor Inbetriebnahme einer Anlage eine allgemein verständliche Betriebsanleitung zur Verfügung zu stellen. Die Betriebsanleitung muss eine Funktionsbeschreibung der Anlage, Hinweise auf Besonderheiten des Betriebes und der Unterhaltung, Notfallmaßnahmen sowie die Baupläne enthalten. Eine Vororteinweisung der Straßen- und Autobahnmeisterei unter Beteiligung der zuständigen Katastrophenschutzorgane (Feuerwehr, Wasser- und Umweltbehörden etc.) ist unbedingt erforderlich.

5.2 Regelmäßige Überprüfung und Unterhaltung

5.2.1 Überprüfung

Es sind regelmäßige Sichtkontrollen der Gesamtanlage durchzuführen. Zusätzlich hat eine Kontrolle nach Unfällen, Havarien, Starkregenereignissen, ggf. auch nach längeren Trocken- und Frostperioden zu erfolgen. Über die durchgeführten Kontrollen und die verrichteten Arbeiten sind schriftliche Aufzeichnungen zu erstellen. Vorgefertigte Kontrollblätter in Tabellenform haben sich hierfür bewährt.

Bei der Überwachung sind folgende Kontrollen durchzuführen:

- Kontrolle des Dammkörpers (sofern vorhanden) oder des Böschungsbereiches auf bauliche Schäden, undichte Stellen (Prüfung auf Sickerwasser, abgesenkter Wasserspiegel),

Verformungen, Befall durch Wühltiere.

- Kontrolle sämtlicher Bauwerke und Bauwerksteile einschl. Schächte und Abdeckungen auf Mängel. Hierzu gehört auch die Überprüfung von Bauwerksfugen sowie des Oberflächenzustandes von Betonflächen.
- Funktionsprüfung sämtlicher beweglichen Teile (z. B. Schieber) auf Gängigkeit.
- Überprüfung der Schutzanstriche auf Schäden.
- Überprüfung der Zu- und Abflussgerinne der Anlagen einschl. des Drosselbauwerkes auf hydraulische Durchgängigkeit.
- Überprüfung der Einleitstelle in das Gewässer im Hinblick auf Erosion und Verschmutzung.
- Sichtprüfung der Leichtflüssigkeitsabscheidung oder anderer schwimmfähiger Stoffe. Ggf. Beseitigung grober Schwimmstoffe. Prüfung der Sedimentablagerung durch Peilung.
- Sichtprüfung der Wasserqualität in der Anlage. Bei starker Verschmutzung sind ggf. Analysen zu veranlassen.
- Prüfung des Dauerstaus der Anlage. Bei häufig unter den Dauerwasserspiegel sinkendem Wasserstand ist eine gezielte Überprüfung der Dichtigkeit zu veranlassen. Besonders bei länger anhaltenden Trockenperioden ist darauf zu achten, dass der Wasserspiegel im Becken nicht bis unter die Unterkante der Tauchwand sinkt. Entweder ist dann ein Nachfüllen der Anlage zu veranlassen oder eine schwimmende Tauchwand einzusetzen.
- Inspektion der Zäune, Tore und Schlösser aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht.

Festgestellte Mängel, Schäden oder Dichtsetzungen sind nach Möglichkeit und Dringlichkeit sofort zu beseitigen bzw. es ist deren Beseitigung zu veranlassen. Eine erforderliche zwischenzeitliche Sicherung der Schadensstelle ist zu prüfen.

Unverzüglich zu beheben oder ihre Behebung zu veranlassen sind festgestellte Schäden, die zu Havarien führen oder im Extremfall die Schutzwirkung der Anlage aufheben können, z. B.

Verstopfungen im Zu- oder Ablaufbereich, Beschädigung des Drosselbauwerkes, Einschränkung der Funktionsfähigkeit der Tauchwand.

5.2.2 Unterhaltungsmaßnahmen

Die nachfolgend aufgeführten Arbeiten sind im Rahmen der regelmäßigen Wartungsarbeiten je nach Bedarf durchzuführen. Vornehmlich sollen diese Arbeiten im Frühjahr und Herbst erfolgen.

Bei den Wartungs- und Pflegemaßnahmen ist der Einsatz wassergefährdender Stoffe (z. B. Herbizide) nur nach Abstimmung mit den zuständigen Behörden zulässig.

Zu den allgemeinen Wartungsarbeiten gehören:

- Freihalten der Zu- und Umfahrtwege von behinderndem Bewuchs
- Mähen der Grünflächen in vorgegebenen Zeitabständen, in der Regel zweimal jährlich. Das Mähgut aus dem Becken- und Böschungsbereich ist zu entfernen.
- Beseitigung von Rasenschäden; insbesondere bei Erdbecken und Versickerungsanlagen ist eine geschlossene Pflanzendecke ggf. auch im Böschungsbereich (Erosion und Sedimentation) zum Erhalt der Funktion der Entwässerungsanlage zu erhalten.
- Lichten der Wasserpflanzen (Röhricht, Schilf, Binsen) im Uferbereich

Hinweis: Wartungsarbeiten im Wasserbereich sind aus ökologischen Gründen möglichst nur von Ende Oktober bis Ende Januar durchzuführen (Brut- und Laichzeiten sind zu beachten).

- Sedimenträumung. Die Sedimenträumung erfolgt nach Bedarf. Der Sedimentanfall hängt stark von der Charakteristik des jeweiligen Einzugsgebietes ab. Die tatsächlich erforderlichen Räumungsintervalle können aus den Betriebserfahrungen abgeleitet werden. Wird für die Sedimenträumung der Wasserspiegel in einem Becken mit Dauerstau abgesenkt, so ist dieses nach der Reinigung wieder mit Wasser zu befüllen, damit die Funktionsfähigkeit der Tauchwand wieder sichergestellt wird. Auf den Vorteil von Becken mit zwei oder mehr Kammern wird in diesem Zusammenhang hingewiesen, da das aus einer Kammer entnommene Wasser über die anderen geleitet werden kann und nicht entsorgt werden muss.

- Entnahme vorhandener Leichtflüssigkeiten nach Bedarf. Dieser Bedarf ist schon bei einem geringen Anfall an Leichtflüssigkeiten gegeben.
- Veranlassung von Frostschutzmaßnahmen (Fetten von Deckeln und beweglichen Teilen) und Winterdienst (Schneeräumung im Bereich oft zu kontrollierender Anlagen), soweit erforderlich.

Grundsätzlich sind bei der Unterhaltung von Versickerungsanlagen mit Blick auf den Gewässerschutz (insbesondere Grundwasserschutz) und die Funktionstüchtigkeit der Entwässerungsanlage folgende Punkte zu beachten:

- Der Einsatz von wassergefährdenden Stoffen (wie z.B. Herbizide, Fungizide, Insektizide etc.) ist nicht zulässig (Boden- und Grundwasserschutz).
- Zur Verringerung der Selbstdichtung durch Verschlämmen und Sedimentation der versickerungswirksamen Fläche ist eine geschlossene Pflanzendecke (vorzugsweise Rasen) auf der Versickerungsfläche vorzusehen und zu erhalten. Der flächenhafte Eintrag von Sedimenten von Fahrbahnoberflächen und/oder Böschungsbereichen ist auszuschließen.
- Zur Vermeidung der Selbstdichtung und zum Erhalt der Versickerungsleistung (Durchlässigkeit) dürfen versickerungswirksame Flächen nicht mit schwerem Gerät befahren werden.

5.3 Außerplanmäßige Überprüfungen und Wartungsmaßnahmen

Außerplanmäßige Überprüfungen und ggf. Maßnahmen sind nach Unfällen, Havarien oder Betriebsstörungen der Anlagen erforderlich.

Hierzu gehören

- Sofortige Kontrolle der Anlagen
- Sofortige Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen (z. B. verstopftes Drosselbauwerk)
- Beseitigung von Rechengut und Durchflusshindernissen
- Nach einer Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten sind alle Rohrleitungen und Anlagenteile zu reinigen.

Weiterhin sind außerplanmäßige Kontrollen nach Starkregen, nach längeren Trocken- und Frostperioden durchzuführen.

5.4 Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Behandlungsanlagen

Für die Behandlungsanlagen für Straßenoberflächenabflüsse werden im Allgemeinen die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen für Betrieb und Unterhaltung erforderlich. Die Beschreibung erfolgt tabellarisch für die verschiedenen Anlagentypen. Bei den mit **A** gekennzeichneten Maßnahmen handelt es sich um **Anforderungen**, mit **E** gekennzeichnete Maßnahmen sind **Empfehlungen**. Bei Kombinationen mit Behandlungsanlagen sind die betrieblichen Maßnahmen/Hinweise gem. Kapitel 5.4 für diesen Anlagenbestandteil zu berücksichtigen.

5.4.1 Unbefestigte Versickerungsfläche / Böschung (VA1, A1, A2)

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
unbefestigte Versickerungsfläche/Böschung	Überprüfung			
	<ul style="list-style-type: none"> Optische Kontrolle der Böschungsoberfläche 	A	nach Inbetriebnahme, danach 1x jährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Begrünung des Böschungsbereiches bzw. der Versickerungsfläche
	Unterhaltung			
	<ul style="list-style-type: none"> Beseitigung von Rasen- und Böschungsschäden 	A	nach Bedarf	Beseitigung des Mähgutes
	<ul style="list-style-type: none"> Mähen 	A	in der Regel 2x jährlich	
	<ul style="list-style-type: none"> Beseitigung von Schäden 	A	nach Bedarf	Übergang Straße - Böschung
	<ul style="list-style-type: none"> Entfernen von Wulstbildung 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Wiederherstellung der Durchlässigkeit 	A	nach Bedarf	Vertikutieren, ggf. Abschälen/Bodenaustausch
	<ul style="list-style-type: none"> Gärtnerische Pflege 	E	1x jährlich	Entfernen von Laub und Störstoffen/Unrat, Gehölzpflege, etc.; Verbot wassergefährdender Stoffe
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen			
<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle nach einem Störfall (Unfall, Havarie, Erosion) 	A	sofort nach Störfall		
<ul style="list-style-type: none"> Veranlassung von Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung 	A	sofort nach Bekanntgabe		
<ul style="list-style-type: none"> Beseitigung der Ursache von Störungen 	A	sofort nach Feststellung		

5.4.2 Versickerungsgraben / Mulden von Mulden-Rigolen-Elementen und – Systemen (VA2, VA3, A3)

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
Versickerungsgraben (und Mulden von Mulden-Rigolen-Elementen und -Systemen)	Überprüfung			
	• Optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach 1x jährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Begrünung der Graben-/ Mulden- und Böschungsfäche
	• Optische Kontrolle von Ablagerungen	E		auch an Überläufen (z.B. in angeschlossene Rigolen)
	Unterhaltung			
	• Beseitigung von Rasenschäden	A	nach Bedarf	
	• Mähen	A	in der Regel 2x jährlich	Beseitigung des Mähgutes
	• Prüfung/Wiederherstellen der Durchlässigkeit	A	nach Bedarf	Vertikutieren, ggf. Schälen/ Bodenaustausch
	• Beseitigung von Schäden und Störstoffen	A	nach Bedarf	z. B. Beseitigung von Auskolkungen im Zulaufbereich (ggf. Befestigung)
	• Sedimenträumung	E	nach Bedarf	
	• Gärtnerische Pflege	E	1x jährlich	Entfernen von Laub und Störstoffen/Unrat, Gehölzpflege, etc.; Verbot wassergefährdender Stoffe
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen			
	• Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) oder Starkregen	A	sofort nach Störfall/Starkregen	
	• Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen	A	sofort nach Bekanntgabe	
	• Zusätzliche Kontrolle	A	nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden nach häufigem Winterdienst	

5.4.3 Versickerungsbecken (VA4) (Absetzbecken vgl. 5.4.7)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>	
Versickerungsbecken	Überprüfung				
	• Optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Begrünung der Versickerungs-/Becken- und Böschungsfäche der Anlage ggf. Maßnahmen für Betrieb bei Frost	
	• Funktionskontrolle aller beweglichen Teile wie Schieber u. ä.	A	jährlich		
	• Optische Kontrolle von Ablagerungen	E			
	• Optische Kontrolle des Dauerwasserstandes	E			
	• Optische Kontrolle der Zaunanlagen	E			
	• Beprobieren der Beckensohle	A	gem. Genehmigung		Schadstoffuntersuchung an Boden-, Grundwasser und Sickerwasserproben, Ermittlung der vertikalen und horizontalen Schadstoffverteilung; Nullprobe bei Betriebsbeginn; Probenahmeprotokoll mit Lageplan
	• Beprobieren des Grundwassers	A			
	Unterhaltung				
	• Beseitigung von Rasenschäden	A	nach Bedarf		
	• Mähen	A	in der Regel 2x jährlich	Beseitigung des Mähgutes	
	• Prüfung / Wiederherstellung der Durchlässigkeit	A	nach Bedarf	Vertikutieren, ggf. Abschälen/Bodenaustausch	
	• Beseitigung von Sohl- und Böschungsschäden und Störstoffen	A	nach Bedarf		
	• Sedimenträumung	E	nach Bedarf	bei kritischer Schadstoffkonzentration mit hohem Freisetzungspotenzial, bei signifikanter Reduzierung des Speichervolumens oder zu geringer Versickerungsrate; ordnungsgemäße Entsorgung des Schälguts erforderlich.	

Blatt 2

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Gärtnerische Pflege 	E	2-3 x jährlich Frühjahr u. Herbst davon 1 x nach der Winterperiode	Entfernen von Laub und Störstoffen/Unrat, Gehölz- pflege, etc.; Verbot wasser- gefährdender Stoffe
	<ul style="list-style-type: none"> Freihaltung der Zu- und Umfahrungswege 	A	nach Bedarf	
	Außerplanmäßige Kon- trollen und Wartungsmaß- nahmen			
	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle aller Anlagentei- le nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) oder Starkregen 	A	sofort nach Stör- fall/ Starkregen	
	<ul style="list-style-type: none"> Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen 	A	sofort nach Be- kanntgabe	
	<ul style="list-style-type: none"> Reinigung aller Rohrlei- tungen und Anlagenteile nach Havarie mit wasser- gefährdenden Flüssigkei- ten 	A	sofort nach Feststellung	
	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzliche Kontrolle 	A	nach Starkre- gen, nach Tro- cken- und Frostperioden, nach häufigem Winterdienst	

5.4.4 Rigolen/Rohrrigolen von Mulden-Rigolen-Elementen und -Systemen (VA3, A3)

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
Rigole/Rohrrigole bei Mulden-Rigolen-Elementen und -Systemen	Überprüfung			
	• optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach 1x jährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Begrünung der Versickerungs- und Böschungsfäche
	• Funktionskontrolle aller beweglichen Teile wie Drossel, Überlauf, Schieber u. ä.	A		ggf. Maßnahmen für Betrieb bei Frost
	• Optische Kontrolle von Ablagerungen	E		an Schachtabdeckungen und in Schächten
	Unterhaltung			
	• Beseitigung von Schäden und Störstoffen	A	nach Bedarf	
	• Sedimenträumung	E	nach Bedarf	in zugehörigen Absetz-, Kontroll- und Regelschächten (abhängig von Größe des Absetzraumes)
	• Inspektion und Spülung der Rohrstränge	E	nach Bedarf	nach Herstellerangaben Beseitigung / Vermeidung von Durchwurzelung, ggf. Lichten der Bepflanzung
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen			
	• Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) oder Starkregen	A	sofort nach Störfall/Starkregen	
	• Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen	A	sofort nach Bekanntgabe	
	• Reinigung aller Rohrleitungen und Anlagenteile nach Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten	A	sofort nach Feststellung	
	• Zusätzliche Kontrolle	A	nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden	

5.4.5 Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Abscheideanlagen nach RiStWag (AL1, AL2)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>	
Abscheideanlage nach RiStWag	Überprüfung				
	• optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung/Begrünung des Einzugsgebietes	
	• Funktionskontrolle aller beweglichen Teile wie Schieber u. ä.	A	jährlich		
	• Optische Überprüfung bzgl. Ablagerungen	E			
	• Optische Überprüfung bzgl. Leichtstoffrückhalt	A			
	• Optische Überprüfung bzgl. Dauerwasserstand	A			
	• Optische Überprüfung bzgl. Zaunanlagen	E			
	• Kontrolle der Sedimentmächtigkeit	E	in der Regel 1-2 x jährlich		
	Unterhaltung				
	• Freihaltung der Zu- und Umfahrungswege	A	nach Bedarf		Beseitigung des Mähgutes
	• Mähen	A	in der Regel 2x jährlich		
	• Beseitigung von Schäden	A	nach Bedarf		
	• Sedimenträumung	A	nach Bedarf		
	• Entnahme von Leichtflüssigkeiten und Leichtstoffen	A	nach Bedarf		
	• ggf. Auffüllung des Beckens, falls der Wasserstand gesenkt wurde	A	nach Bedarf		
	• Frostschutzmaßnahmen	E	1 x jährlich, vor Winterbeginn		
• Schneeräumung	E	nach Bedarf			

Blatt 2

Anlage	Maßnahme		Zeitpunkt	Bemerkungen
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="408 416 786 533">• Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) <li data-bbox="408 568 786 663">• Veranlassung von Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung <li data-bbox="408 698 786 757">• Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen <li data-bbox="408 792 786 909">• Reinigung aller Rohrleitungen und Anlagenteile nach Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten <li data-bbox="408 945 786 981">• Zusätzliche Kontrolle 	 A A A A	 sofort nach Störfall sofort nach Bekanntgabe sofort nach Feststellung nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden	

5.4.6 Regenklärbecken (RKBoD1, RKBoD2, RKBmD)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
Regenklärbecken	Überprüfung			
	• optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung/Begrünung des Einzugsgebietes
	• Funktionskontrolle aller beweglichen Teile wie Schieber u. ä.	A	jährlich	
	• Optische Überprüfung bzgl. Ablagerungen	E		
	• Optische Überprüfung bzgl. Leichtstoffrückhalt bei Anlagen mit Dauerstau	A		
	• Optische Überprüfung bzgl. Dauerwasserstand bei Anlagen mit Dauerstau	E		
• Optische Überprüfung bzgl. Zaunanlagen	E			
	Unterhaltung			
	• Freihaltung der Zu- und Umfahrungenwege	A	nach Bedarf	Beseitigung des Mähgutes
	• Mähen	A	in der Regel 2x jährlich	
	• Lichten der Wasserpflanzen	E	1x jährlich jeweils im Herbst	Beseitigung des Mähgutes
	• Beseitigung von Schäden	A	nach Bedarf	bei Erdbecken mit Dauerstau nur von Ende Oktober bis Ende Januar
	• Sedimenträumung	A	nach Bedarf	
	• Entnahme von Leichtflüssigkeiten und Leichtstoffen bei Anlagen mit Dauerstau	A	nach Bedarf	
	• ggf. Auffüllung des Beckens bei Anlagen mit Dauerstau, falls der Wasserstand gesenkt wurde	A	nach Bedarf	
	• Frostschutzmaßnahmen	E	1 x jährlich, vor Winterbeginn	
	• Schneeräumung	E	nach Bedarf	

Blatt 2

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) • Veranlassung von Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung • Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen • Reinigung aller Rohrleitungen und Anlagenteile nach Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten • Zusätzliche Kontrolle 	 A A A A A	 sofort nach Störfall sofort nach Bekanntwerden sofort nach Feststellung nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden	

5.4.7 Absetzbecken vor Versickerbecken (VA4)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>	
Absetzbecken	Überprüfung				
	• optische Kontrolle aller Bauwerksteile	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung/Begrünung des Einzugsgebietes	
	• Funktionskontrolle aller beweglichen Teile wie Schieber u. ä.	A	jährlich		
	• Optische Überprüfung bzgl. Ablagerungen	E			
	• Optische Überprüfung bzgl. Leichtstoffrückhalt	A			
	• Optische Überprüfung bzgl. Dauerwasserstand	A			
	• Optische Überprüfung bzgl. Zaunanlagen	E			
	Unterhaltung				
	• Freihaltung der Zu- und Umfahrungswege	A	nach Bedarf		
	• Mähen	A	in der Regel 2x jährlich	Beseitigung des Mähgutes	
	• Lichten der Wasserpflanzen	E	1x jährlich jeweils im Herbst	Beseitigung des Mähgutes	
	• Beseitigung von Schäden	A	nach Bedarf		
	• Sedimenträumung	A	nach Bedarf	nur von Ende Oktober bis Ende Januar	
	• Entnahme von Leichtflüssigkeiten und Leichtstoffen	E	nach Bedarf		
	• ggf. Auffüllung des Beckens, falls der Wasserstand gesenkt wurde	A	nach Bedarf		
	• Frostschutzmaßnahmen	E	1 x jährlich, vor Winterbeginn		
• Schneeräumung	E	nach Bedarf			

Blatt 2

Anlage	Maßnahme		Zeitpunkt	Bemerkungen
	Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="424 443 790 566">• Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) <li data-bbox="424 600 790 689">• Veranlassung von Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung <li data-bbox="424 723 790 790">• Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen <li data-bbox="424 824 790 969">• Reinigung aller Rohrleitungen und Anlagenteile nach Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten <li data-bbox="424 1003 790 1025">• Zusätzliche Kontrolle 	 A A A A	 sofort nach Störfall sofort nach Bekanntgabe sofort nach Feststellung nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden	

5.4.8 Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Retentionsbodenfilteranlagen (RBF)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
Retentionsbodenfilteranlagen	Überprüfung			
	• Optische Überprüfung aller Bauwerksteile (insbesondere der Einbauten zur Energieumwandlung)	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme des Filters erst bei etabliertem Schilfbestand (In der Etablierungsphase ist eine ausreichende Wasserversorgung sicherzustellen)
	• Optische Überprüfung der Filteroberfläche auf Erosionsschäden	E	nach jeder Beschickung	
	• Funktionskontrolle aller vorhandenen beweglichen Teile wie Schieber und MSR-Einrichtungen (Zu- und Ablauf der Vorstufe und Ablauf des Bodenfilters)	A		Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung/Begrünung des Einzugsgebietes
	• Optische Überprüfung des Ablaufbauwerkes auf Ablaufhindernisse	A		Ziel ist die Sicherstellung der Vollständigen Filterentleerung
	• Optische Überprüfung von Ablagerungen	E		
	• Optische Überprüfung bzgl. Zaunanlagen	E		
	• Optische Überprüfung bzgl. Leichtstoffrückhalt in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	A		
	• Optische Überprüfung bzgl. Dauerwasserstand in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	E		
	• Überprüfung der Sedimentmächtigkeit in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	E	in der Regel 4 x jährlich	
• Optische Überprüfung auf Ablagerungsfreiheit der Vorstufe bei Anlagen ohne Dauerstau	E	monatlich		

Blatt 2

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des Einstau- und Entlastungsverhaltens durch: <ul style="list-style-type: none"> - kontinuierliche Wasserstandsmessung in der Vorstufe - kontinuierliche Durchflussmessung des Ablaufs der Vorstufe - kontinuierliche Wasserstandsmessung und Pegellatte im Retentionsraum - kontinuierliche Wasserstandsmessung und Pegellatte im Ablaufschacht - kontinuierliche Durchflussmessung (MID) des Filterablaufs bei Regelung des Ablaufs 	A E A A A		
	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des Schilfbestandes mittels Grobindikatoren 	E	monatlich während der Vegetationsperiode	Information über Vegetationszustand und Langzeitbelastung
	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Sedimente und des Filtersubstrats 	A	alle 5 Jahre	Information über Filterzustand, Langzeitbelastung und Handlungsbedarf
	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der Filterdurchlässigkeit 	E	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Dränagesystems auf Wurzeinwuchs, Verockerungen, Feststoffe 	A	alle 5 Jahre	
	<p>Unterhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mähen der Böschungen des Filters 	A	jährlich	Beseitigung des Mähgutes
	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernen von Gehölzen und krautiger Vegetation auf dem Filter 	A	nach Bedarf	Entwicklung der Filtervegetation; Sicherung von Filter Dränage und Böschung
	<ul style="list-style-type: none"> • Verzicht auf Mahd oder Ernte des Schilfs bei Filtern mit Schilfbestand 	E		
	<ul style="list-style-type: none"> • Mahd der Außenanlagen 	E	1-2 x jährlich	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung und Entfernung von Wurzeinwuchs in die Dränage 	A	nach Bedarf	

Blatt 3

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbesserungen von Auskolkungen am Filter • Entfernung von Sedimenten im Zulauf und ggf. zulaufnahen Filterbereich • Entfernung starker Ablagerungen von Gabionen • Regelmäßige Entschlammung der Vorstufe mit Nachweis bei Anlagen mit Dauerstau • Entfernung vorhandener Ablagerungen der Vorstufe bei Anlagen ohne Dauerstau • Wiederherstellung der Durchlässigkeit der Filterschicht • Freihaltung der Zu- und Umfahrungswege • Entnahme von Leichtflüssigkeiten und Leichtstoffen in der Vorstufe • ggf. Auffüllung des Beckens, falls der Wasserstand in der Vorstufe gesenkt wurde • Frostschutzmaßnahmen • Schneeräumung 	<p>A</p> <p>E</p> <p>E</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>E</p> <p>E</p>	<p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>nach Bedarf</p> <p>1 x jährlich, vor Winterbeginn</p> <p>nach Bedarf</p>	<p>ggf. Abschälen/ Bodenaustausch</p>
	<p>Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewässerung der Filtervegetation nur in der Einfahrphase durch Teileinstau (ansonsten i.d.R. verzichtbar) 	<p>E</p>		

Blatt 4

Anlage	Maßnahme		Zeitpunkt	Bemerkungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Sedi- menteintrag in das Kanal- netz, insbesondere bei Baustellenbetrieb, und von Zuflüssen von durch- lässigen Flächen 	A	bei Baumaß- nahmen im Ein- zugsgebiet	Ziel ist eine Verminderung des Stoffeintrags
	<ul style="list-style-type: none"> • Minimierung des Fremd- wasseranfalls 	A		Ziel ist eine Vermeidung der Dauerbeschickung des Fil- ters
	<ul style="list-style-type: none"> • Sofortige Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) 	A	sofort nach Stör- fall	
	<ul style="list-style-type: none"> • Veranlassung von So- fortmaßnahmen zur Schadensbehebung 	A		
	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen 	A	sofort nach Be- kanntgabe	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung aller Rohrlei- tungen und Anlagenteile nach Havarie mit wasser- gefährdenden Flüssigkei- ten 	A	sofort nach Feststellung	
	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Kontrolle 	A	nach Starkre- gen, nach Tro- cken- und Frostperioden	

5.4.9 Maßnahmen für den Betrieb und die Unterhaltung von Bodenfilterflächen/-strecken (BF)

Blatt 1

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
Bodenfilterfläche/ -strecke	Überprüfung			
	• Optische Überprüfung aller Bauwerksteile (insbesondere der Einbauten zur Energieumwandlung)	A	nach Inbetriebnahme, danach halbjährlich	Inbetriebnahme des Filters erst bei etabliertem Schilfbestand (In der Etablierungsphase ist eine ausreichende Wasserversorgung sicherzustellen)
	• Optische Überprüfung der Filteroberfläche auf Erosionsschäden	E	nach jeder Beschickung	
	• Funktionskontrolle aller vorhandenen beweglichen Teile wie Schieber und MSR-Einrichtungen (Zu- und Ablauf der Vorstufe und Ablauf des Bodenfilters)	A		Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung/Begrünung des Einzugsgebietes
	• Optische Überprüfung des Ablaufbauwerkes auf Ablaufhindernisse	A		Ziel ist die Sicherstellung der Vollständigen Filterentleerung
	• Optische Überprüfung von Ablagerungen	E		
	• Optische Überprüfung bzgl. Zaunanlagen	E		
	• Optische Überprüfung bzgl. Leichtstoffrückhalt in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	A		
	• Optische Überprüfung bzgl. Dauerwasserstand in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	A		
	• Überprüfung der Sedimentmächtigkeit in der Vorstufe bei Anlagen mit Dauerstau	E	in der Regel 4 x jährlich	
• Untersuchung der Sedimente und des Filtersubstrats	A	alle 5 Jahre	Information über Filterzustand, Langzeitbelastung und Handlungsbedarf	
• Überprüfung der Filterdurchlässigkeit	E	nach Bedarf		

Blatt 2

Anlage	Maßnahme		Zeitpunkt	Bemerkungen
	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle des Drainagesystems auf Wurzeinwuchs, Verockerungen, Feststoffe 	A	alle 5 Jahre	
	Unterhaltung			
	<ul style="list-style-type: none"> Mähen der Böschungen des Filters 	A	jährlich	Beseitigung des Mähgutes
	<ul style="list-style-type: none"> Entfernen von Gehölzen und krautiger Vegetation auf dem Filter 	A	nach Bedarf	Entwicklung der Filtervegetation; Sicherung von Filter Dränage und Böschung
	<ul style="list-style-type: none"> Mahd bei Filtern mit Grasbewuchs 	A	In der Regel 2x jährlich	
	<ul style="list-style-type: none"> Verzicht auf Mahd oder Ernte des Schilfs bei Filtern mit Schilfbestand 	E		
	<ul style="list-style-type: none"> Mahd der Außenanlagen 	E	1-2 x jährlich	
	<ul style="list-style-type: none"> Reinigung und Entfernung von Wurzeinwuchs in die Dränage 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Ausbesserungen von Auskolkungen am Filter 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung von Sedimenten im Zulauf und ggf. zulaufnahen Filterbereich 	E	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung starker Ablagerungen von Gabionen 	E	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Regelmäßige Entschlammung der Vorstufe mit Nachweis 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> Wiederherstellung der Durchlässigkeit der Filterschicht 	A	nach Bedarf	Vertikultieren, ggf. Abschälen/Bodenaustausch

Blatt 3

<i>Anlage</i>	<i>Maßnahme</i>		<i>Zeitpunkt</i>	<i>Bemerkungen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Freihaltung der Zu- und Umfahrungswege 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> • Entnahme von Leichtflüssigkeiten und Leichtstoffen in der Vorstufe 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Auffüllung des Beckens, falls der Wasserstand in der Vorstufe gesenkt wurde 	A	nach Bedarf	
	<ul style="list-style-type: none"> • Frostschutzmaßnahmen 	E	1 x jährlich, vor Winterbeginn	
	<ul style="list-style-type: none"> • Schneeräumung 	E	nach Bedarf	
	<p>Außerplanmäßige Kontrollen und Wartungsmaßnahmen</p>			
	<ul style="list-style-type: none"> • Bewässerung der Filtervegetation nur in der Einfahrphase durch Teileinstau (ansonsten i.d.R. verzichtbar) 	E		
	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Sedimenteintrag in das Kanalnetz, insbesondere bei Baustellenbetrieb, und von Zuflüssen von durchlässigen Flächen 	A	bei Baumaßnahmen im Einzugsgebiet	Ziel ist eine Verminderung des Stoffeintrags
	<ul style="list-style-type: none"> • Minimierung des Fremdwasseranfalls 	A		Ziel ist eine Vermeidung der Dauerbeschickung des Filters
	<ul style="list-style-type: none"> • Sofortige Kontrolle aller Anlagenteile nach einem Störfall (Betriebsstörung, Unfall, Havarie) 	A	sofort nach Störfall	
	<ul style="list-style-type: none"> • Veranlassung von Sofortmaßnahmen zur Schadensbehebung 	A		
	<ul style="list-style-type: none"> • Beseitigung der Ursache von Betriebsstörungen 	A	sofort nach Bekanntgabe	
	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung aller Rohrleitungen und Anlagenteile nach Havarie mit wassergefährdenden Flüssigkeiten 	A	sofort nach Feststellung	
	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Kontrolle 	A	nach Starkregen, nach Trocken- und Frostperioden	

5.5 Vorsorgestrategien für Unfälle

Weder jetzt noch in Zukunft ist eine Gewässerbelastung durch Unfälle auszuschließen. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Transport und Umschlag von wassergefährdenden Stoffen zu, aber auch andere Unfälle fallen ins Gewicht, wenn zum Beispiel Feuerlöschmittel eingesetzt werden.

Zu den im Kapitel 2 aufgezählten Stoffen, die durch den Verkehr emittiert werden, können durch Unfälle noch andere wassergefährdende Stoffe hinzukommen. Beispiele hierfür sind Lösungsmittel auf der Basis leichtflüchtiger Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW), chromathaltige Präparate z. B. für Holzimprägnierung und Metalloberflächenbehandlung sowie Düngesalz (insbesondere Nitrat) und Pflanzenschutzmittel.

Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Unfallarten:

- Unfälle mit großem, plötzlichem Stoffaustrag und
- Unfälle mit schleichendem Stoffaustrag.

Gefährlich sind beide Unfallarten. Bei der ersten Art geschieht der Stoffaustrag in großem Umfang so schnell, dass Abwehrmaßnahmen in der Regel zu spät kommen. Bei der zweiten Art besteht die Gefahr, dass der Stoffaustrag nicht bemerkt oder als zu gering eingestuft wird, so dass bis zum Einsatz von Maßnahmen ebenfalls große Mengen austreten können.

Die zurzeit gegebenen Verhinderungsstrategien beruhen auf gesetzlichen Vorschriften und Verordnungen, die

- die wassergefährdenden Stoffe benennen und klassifizieren,
- den Umgang mit diesen Stoffen reglementieren,
- den Transport regeln und
- die Ausbildung von Fachpersonal vorschreiben.

Außerdem gibt es einen besonderen Erhebungsbogen zur Erfassung aller schwerwiegenden Unfälle mit gefährlichen Gütern in Tanks oder Tankfahrzeugen. Damit kann eine bessere Unfallvorsorge durch Einführung und Verbesserung von Vorschriften und Einhaltungskontrollen für den Umgang und Transportvorgänge mit wassergefährdenden Stoffen erreicht werden.

Bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen ist zwischen Sofortmaßnahmen und Folgemaßnahmen zu unterscheiden.

Sofortmaßnahmen umfassen notwendigerweise die Alarmierung aller zuständigen Behörden und betroffener öffentlicher Wasserversorgungsbetriebe. Sachverständige der Wasser- und Umweltbehörde werden normalerweise in den Meldedienst einbezogen. Eines der wichtigs-

ten Ziele der Sofortmaßnahmen ist die Schadensbegrenzung, um Verunreinigungen der oberirdischen Gewässer von vornherein zu verhindern.

Die bei einem Unfall mit wassergefährdenden Stoffen zu treffenden Folgemaßnahmen sind u. U. darauf gerichtet, in der Sanierungsphase sowohl die in den Boden, das Grund- und Oberflächenwasser gelangten Verunreinigungen wieder zu entfernen (reparative Maßnahmen) als auch eine Ausbreitung der Schadstoffe zu verhindern (präventive Maßnahmen).

Zweckmäßige und im Aufwand vertretbare Sanierungsarbeiten setzen eine möglichst umfangreiche und genaue Information über Art und Umfang, Ort und Zeit sowie Umgebung und Umstände des Unfalls voraus. Ebenso notwendig sind gründliche Kenntnisse der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Situation einschließlich der vorhandenen Entwässerungs- und Schutzsysteme und der Form bzw. Ausdehnung des verunreinigten Bereichs.

Je nach Stoffgruppe wurden aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften und ihres Verhaltens im Untergrund Sanierungstechniken entwickelt, die durch Erfahrungen bei der Sanierung kontaminierter Standorte ständig verbessert werden. Die Sanierungsmethoden sind keine verkehrsspezifischen Maßnahmen. Daher wird im Rahmen dieses Handbuches auf deren Erläuterung und Empfehlungen zu ihrer Verbesserung verzichtet.

Bautechnische Schutzmaßnahmen gegen die Folgen von Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen können aus verschiedenen Gründen nicht an allen Straßen vorgesehen werden. Selten verfügen die Einsatzleitungen über Kenntnisse der vorhandenen Oberflächenentwässerungssysteme und es kommt somit zu Fehlentscheidungen bei der Auswahl von Sofortmaßnahmen.

Deshalb wird empfohlen, dass die Einsatzleitungen und alle an Sofortmaßnahmen Beteiligte Zugriff zu einem speziellen Kartenwerk haben. Dieses sollte zumindest für Gefahrguttransportstrecken und Wasserschutzzonen mindestens folgende Informationen enthalten:

- das Entwässerungssystem (Kanäle, Bauwerke, Gewässer) mit Fließrichtungen. Damit kann die Einsatzleitung gefährdete Objekte sofort erkennen.
- Kennzeichnung der Orte, an denen wenig aufwendige Sofortmaßnahmen an Kanälen, Bauwerken und Oberflächengewässern vorgenommen werden können, damit sich Stoffe nicht ungehindert ausbreiten. Zu den Ortsangaben gehören Hinweise, mit welchen Fahrzeugen eine Zufahrt möglich ist und welche Geräte mitzuführen sind.
- Informationen über die hydrogeologischen Verhältnisse des Standortes.

Eine vorsorgliche Einweisung der Einsatzleitungen und aller an Sofortmaßnahmen Beteiligten in diese Unterlagen ist unbedingt erforderlich und jährlich zu wiederholen.

6 Literatur

Allgemein zugängliche Quellen (Bücher, Zeitschriften, Schriftenreihen etc.)

- BORGWARDT, S.; GERLACH, A.; KÖHLER, M. (2000): Versickerungsfähige Verkehrsflächen - Anforderungen, Einsatz und Bemessung. Springer, Berlin.
- DIBt (2005): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten zur Behandlung und Versickerung mineralöhlhaltiger Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen. DIBt Mitteilungen 5/2005; Hrsg. Deutsches Institut für Bautechnik (DIBT), Berlin.
- KASTING, U. (2003): Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kaiserslautern Band 17, Dissertation, 2003
- LANGE, G.; D. GROTEHUSMANN, U. KASTING, M. SCHÜTTE, M. DIETRICH, W. SONDERMANN (2003): Wirksamkeit von Entwässerungsbecken im Bereich von Bundesfernstraßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 861, 2003
- MUNLV (2003): Retentionsbodenfilter, Handbuch für Planung, Bau und Betrieb, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.)
- MUNLV (2005): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 11. Auflage, Herausgeber Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen
- SF (1994): Versickerung auf befestigten Verkehrsflächen. Broschüre, Hrsg. SF-Kooperation GmbH, Beton-Konzepte, Bremen.

Nicht allgemein zugängliche Arbeiten (Vortragsunterlagen, Diplomarbeiten, mündliche Mitteilungen, Forschungsberichte etc.)

- IFS (2005): Schlussbericht Optimierung von Absetzbecken, Forschungsprojekt FE-Nr. 05.0134/2003/GGB, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie Hannover mit Unterstützung von FlowConcept, im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, unveröffentlicht

Normen und Arbeitsblätter

- BWK (2001): Merkblatt 3: Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK), 2001
- DWA (2000): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Merkblatt DWA-M 153. Hrsg. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef.
- DWA (2005a): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Arbeitsblatt DWA-A 138. Hrsg. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef.
- DWA (2005b): Bemessung von Rückhalteräumen; Arbeitsblatt DWA-A 117. Hrsg. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef.

FGSV (2002): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten RiStWag, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2002

FGSV (2005): Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Entwässerung RAS-Ew. Ausgabe 2005, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau (FSGV); Köln.

A 1.1 Stoffliche Belastung der Verkehrsflächenabflüsse

Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen sind mit Stoffen befrachtet, die aus der großräumigen Belastungssituation und der Verkehrsflächennutzung resultieren. Bei Einleitung der Straßenabflüsse über den Boden ins Grundwasser (Versickerung) oder in die Oberflächenengewässer ist dafür Sorge zu tragen, dass keine nachteiligen Veränderungen der Gewässerbeschaffenheit entstehen.

Im Folgenden werden die Belastung des Niederschlagsabflusses von Verkehrsflächen sowie ihre Auswirkungen auf die Gewässer dargestellt.

A 1.1.1 Relevante Schadstoffe in Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen

Folgende Parameter treten unter anderem in nennenswerten Konzentrationen im Straßenabfluss auf und können eine Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächenwasser hervorrufen:

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

abfiltrierbaren Stoffe (AFS): In Straßenabflüssen setzen sich die AFS überwiegend aus mineralischen und organischen Stoffen zusammen, die aus der Umgebung der Verkehrsflächen eingetragen werden, und aus verkehrsspezifischen Stoffen, die vor allem aus Straßen-, Reifen- und Bremsbelagabrieb kommen. Diese werden in einer Menge von rd. 1,86 Mio. t pro Jahr emittiert (UBA Forschungsvorhaben 202 242 220/02 (HILLENBRAND et al. 2004)). Die AFS können durch Akkumulation an der Gewässersohle zu einer Verschlammung des Porensystems und damit zu einer Gewässerbelastung führen.

chemischer Sauerstoffbedarf (CSB): Der CSB als Summenparameter dient der Erfassung organischer Stoffe über die gemeinsame Eigenschaft der Oxidierbarkeit unter Sauerstoffverbrauch. Erfolgt die Oxidation durch biologische Prozesse, so wird der Sauerstoffverbrauch als biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB) bezeichnet, der damit einen Teil des CSB darstellt. Bei einer Einleitung von Sauerstoff zehrenden Stoffen in Gewässer kann es zu kritischen Konzentrationen des Sauerstoffs für die Gewässerökologie kommen, wobei dies nach derzeitigem Kenntnisstand bei der Einleitung von Straßenabflüssen üblicherweise nicht der Fall ist.

Neben dem CSB können organische Stoffe auch durch eine Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC) erfasst werden. Der TOC wurde bei den bisherigen Messprogrammen an Straßen in der Regel nicht gemessen.

Schwermetalle Cadmium (Cd) Kupfer (Cu), Blei (Pb) und Zink (Zn): Sie kommen in Verkehrsflächenabflüssen in nennenswerten Konzentrationen vor und sind humantoxikologisch (Cd, Pb) bzw. ökotoxologisch (Cu, Zn) relevant.

Von FUCHS et al. 2002 sind die Schwermetallemissionen aus dem Straßenverkehr bilanziert worden. In Bild A1.1.1 sind die Mengen und die Herkunft der Schwermetalle dargestellt. Für Kupfer werden z.B. aus dem Straßenverkehr 932 t/a emittiert. Bezogen auf die Gesamteinträge in die Gewässer wird der Anteil aus Straßenverkehr mit etwa 16 % für Kupfer, 10 % für Zink und 3,4 % für Blei abgeschätzt. Für Kupfer und Blei ist der Bremsabrieb die Hauptemissionsquelle während Zink sowie Cadmium vorwiegend vom Reifenabrieb stammen.

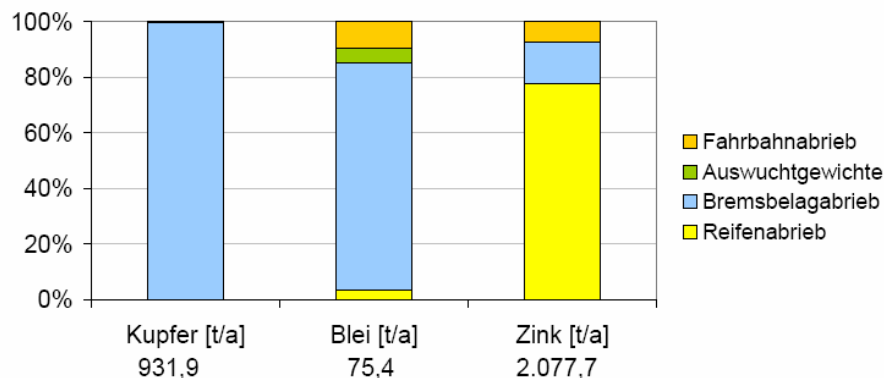


Bild A1.1.1: Menge und Quellen der Schwermetallemissionen aus dem Straßenverkehr in Deutschland (FUCHS et al. (2002))

Palladium (Pd) und Platin (Pt): Palladium und Platin und deren Verbindungen werden in Abgaskatalysatoren von Kraftfahrzeugen eingesetzt. Untersuchungen von Bodenproben längs der BAB A 67 haben ergeben, dass die Emission von Platin in der Praxis bei ca. 270 ng/km und Katalysator liegt (ZEREINI et al. (1997)). Bei einer PKW Fahrleistung von 511,3 Mrd. km/a für Deutschland und unter der Annahme das mittlerweile 90 % der PKW über einen Katalysator verfügen, werden somit rd. 0,12 t/a aus dem Kfz Verkehr emittiert.

Nach einer Literaturzusammenstellung von CUBELIC et al. (1997) besteht hinsichtlich der Mobilität und Verfügbarkeit von Platingruppenelementen für umweltrelevante biologische Prozesse noch Forschungsbedarf. In Labor- und Tierversuchen wurden allerdings Hinweise auf die Pflanzenverfügbarkeit und Toxizität definierter Platinspezies festgestellt.

Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW): MKW sind Gemische unterschiedlicher aliphatischer und alizyklischer Kohlenwasserstoffe und beispielsweise in Benzin, Kerosin, Dieselkraftstoff, Motorenöl und Heizöl enthalten. Sie unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Kettenlänge. Kurzkettige Alkane sind in Böden dabei noch verhältnismäßig gut biologisch abbaubar; Bodenkontaminationen durch länger-kettige MKW sind dagegen nur schwer zu beseitigen. Auf Grund ihrer hydrophoben Eigenschaften sind Mineralöle nur wenig wasserlöslich. Wegen ihrer geringen Dichte zwischen ca. 0,63 g/cm³ und 0,90 g/cm³ sind MKW von Wasser durch Abscheidung prinzipiell zu trennen.

Ein Risiko für die Umwelt stellen MKW dann dar, wenn sie in tiefere Bodenschichten bis zum Grundwasser gelangen bzw. direkt in Oberflächengewässer eingeleitet werden. MKW unterliegen im Wasser nur einem sehr geringen biologischen Abbau und bleiben emulgiert, suspendiert, kolloidal oder auch gelöst über lange Zeit erhalten. Schon geringe Mengen verursachen im Wasser einen unangenehmen Geruch. Der Geruchsschwellenwert liegt etwa bei 10 – 100 µg/l. Somit sind schon geringe Konzentrationen geruchlich und geschmacklich feststellbar.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): PAK entstehen durch unvollständige Verbrennung von organischem Material. Nach GRIMMER et al. (1977) (zitiert in TEGETHOF 1998) werden die in den Kraftstoffen enthaltenen PAK zum Teil verbrannt jedoch andere auch neu gebildet. Die PAK umfassen eine Stoffgruppe von mehreren hundert Verbindungen. Nach einer Zusammenstellung von HARITOPOULOU (1996) wurde eine stark karzinogene Wirkung bei einigen der PAK nachgewiesen. Die PAK sind ausgesprochen hydrophob und reichern sich in Böden und Sedimenten stark an. Im Niederschlagsabfluss werden sie daher vorwiegend partikulär gebunden transportiert.

Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE): MTBE ist seit 1985 als sauerstoffhaltiger Benzinzusatzstoff, welcher der Erhöhung der Oktanzahl dient und zu einer Minderung der Luftbelastung beiträgt, in Europa zugelassen. Aufgrund der Oktanzahl ist es auch ein geeigneter Ersatzstoff für bleiorganische Verbindungen, die bis zu ihrem Verbot die gewünschte Klopfestigkeit des Benzins sicherstellten. In der Bundesrepublik liegen die MTBE-Gehalte der Kraftstoffe zwischen etwa 0,8 % für Normalbenzin und 8,8 % für Super Plus (PAHLKE et al. 2000). MTBE ist nach Angaben von SCHIRMER/WEIß (1999) biologisch schwer abbaubar und besitzt einen auffälligen Geruch und Geschmack, sogar bei Konzentrationen von weniger als 100 µg/l. Seine Wasserlöslichkeit beträgt 50 g/l und seine Dichte 0,744 g/cm³. SCHIRMER/WEIß (1999) gehen von geringen Sorptionseigenschaften aus, weshalb MTBE insbesondere bei Grundwasserkontaminationen als problematischer Stoff eingestuft wird. Die MTBE-Emissionen ergeben sich nach PAHLKE et al. (2000) insbesondere aus dem Umgang und Verbrauch von Kraftstoffen durch Betankungsverluste, Tropfverluste, Verdampfungsverluste und motorische Emissionen. MTBE wurden bei den bisherigen Messprogrammen an Straßen in der Regel nicht gemessen.

Chlorid: Es wird in Deutschland in Form von Natriumchlorid (NaCl), Calciumchlorid (CaCl₂) und Magnesiumchlorid (MgCl₂) als Streusalz eingesetzt. Das kostengünstigste und daher am häufigsten verwendete Streusalz ist Natriumchlorid. Jährlich werden durchschnittlich 1,5 Mio. Tonnen Tausalz in Deutschland ausgebracht. Der Schwankungsbereich dabei ist groß, da der Taumiteinsatz von den Witterungsverhältnissen im Winter abhängt (BROD (1993)). Hohe Salzkonzentrationen in Verkehrsflächenabflüssen belasten Böden, Grundwasser und Oberflächengewässer.

A 1.1.2 Stoffkonzentrationen in Verkehrsflächenabflüssen

A 1.1.2.1 Allgemeines

Die Verteilung der Emissionen aus dem Straßenverkehr auf die Umweltkompartimente Luft, Boden, Grundwasser und Oberflächenwasser ist in Bild A1.1.2 dargestellt.

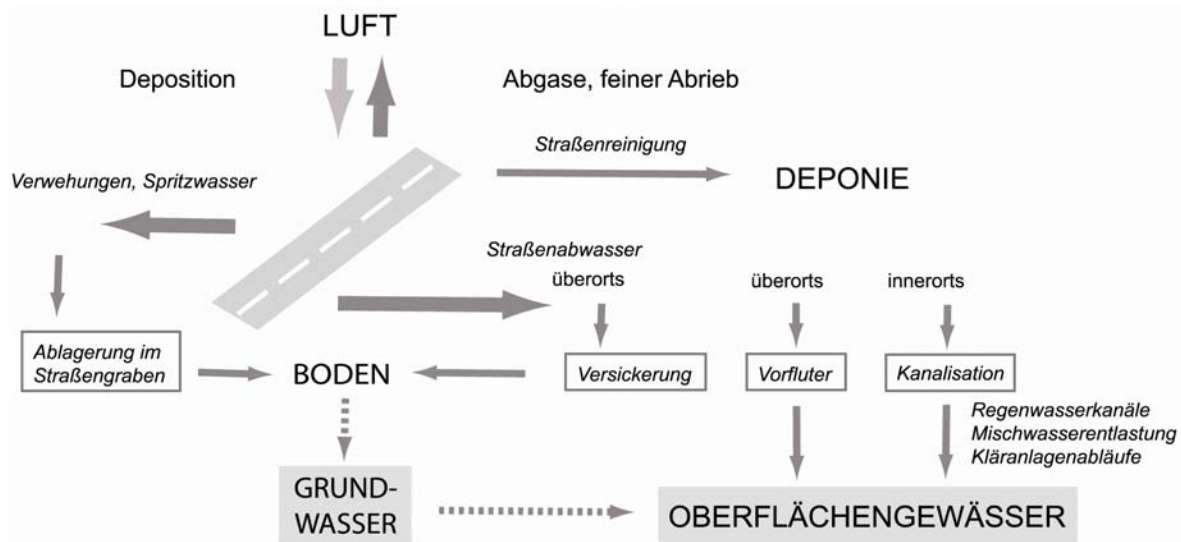


Bild A1.1.2: Einträge der Emissionen aus dem Straßenverkehr in Gewässer und Boden (verändert nach HILLENBRAND et al. (2004))

Von den Schwermetallen gelangen zwischen 11 % und 15 % direkt über die Kanalisation und Kläranlagen in die Oberflächengewässer. Etwa 80 % bis 86 % gelangen über die Straßenentwässerung flächig über die Schulter und vor allem durch Verdriftung in die Atmosphäre und anschließende Deposition in den Boden. Ein kleiner Anteil wird über die Straßenreinigung der Deponie zugeführt (HILLENBRAND et al. (2004)). In Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit kann davon ein Teil in das Grundwasser eingetragen werden. Daraus wird ersichtlich, dass bei einer Behandlung der Straßenabflüsse nur eine Teilmenge der Emissionen aus dem Straßenverkehr erfasst werden kann.

A 1.1.2.2 Datengrundlage

In den vergangenen Jahren sind etliche Messprogramme für Straßenabflüsse durchgeführt worden. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Messungen an stark befahrenen Straßen (Bundesautobahnen). Die für diese Auswertung verwendeten Messprogramme wurden so ausgewählt, dass die Qualitätsstandards an die Messprogramme heutigen Anforderungen genügen (Tabelle A1.1.1). Einzelne Stichproben oder Messungen mit unzureichender Dokumentation wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle A1.1.1: ausgewählte Messprogramme an Straßenabflüssen

Straße	DTV	Ort	Literaturquelle
Nationalstraße 1	72.000	Zürich	DAUBNER et al. (1979)
BAB A81	41.000	Pleidelsheim	KRAUTH/KLEIN (1982)
BAB A6	47.000	Obereisesheim	KRAUTH/KLEIN (1982)
BAB A8/B10	40.600 / 11.500	Ulm-West	KLEIN (1982)
Marienburger Str. P5	14.200	Hildesheim	PAULSEN (1984)
Marienburger Str. P5	14.200	Hildesheim	GROTTKER/SIEKER (1987)
Waldstadt/Elbinger Str.	3.200	Karlsruhe	XANTHOPOULOS (1992)
B33/34	9.900	Singen	KRAUTH/STOTZ (1993)
Biesdorf-Süd	k.A.	Berlin	SCHÜTTE (1997)
BAB A4	114.500	Köln	LANGE et al. (2003)
BAB A59	55.000	Köln	LANGE et al. (2003)

A 1.1.2.3 Mittlere Konzentrationen ausgewählter Parameter

In Tabelle A1.1.2 werden die dabei ermittelten Konzentrationen der Messprogramme zusammengestellt. Bei den angegebenen Werten handelt es sich um frachtgewogene Gesamtmittelwerte. Sie berechnen sich aus der Summe der Frachten der Einzelereignisse bezogen auf die Summe des Abflussvolumens der Einzelereignisse. Stellen die beprobten Einzelereignisse eine repräsentative Stichprobe für das Einzugsgebiet dar, so kann die Jahresfracht als Produkt aus dem Gesamtmittel der Konzentration und dem Jahresabfluss berechnet werden.

Tabelle A1.1.2: Median, Quantile und Extrema der frachtgewogenen Gesamtmittelwerte bei Messprogrammen an Straßenabflüssen (KASTING (2003))

frachtgewogene Gesamtmittelwerte, Messprogramme Straßenabflüsse							
Parameter	Anzahl Messprogr.		Minimum	25% Quantil	Median	75% Quantil	Maximum
AFS	10	[mg/l]	85	125	155	234	564
Chlorid	10	[mg/l]	7	84	120	157	357
BSB ₅	4	[mg/l]	9		14		18
CSB	10	[mg/l]	37	77	99	121	141
NH ₄ -N	10	[mg/l]	0,20	0,50	0,60	0,76	2,31
P ges	6	[mg/l]	0,25	0,29	0,31	0,34	0,49
Cadmium	10 ¹⁾	[µg/l]	< 1	1,7	3,6	5,5	6,4
Chrom	7 ¹⁾	[µg/l]	< 5	6,3	15,0	23,3	24,2
Blei ²⁾	10	[mg/l]	0,06	0,09	0,18	0,29	0,34
Kupfer	10	[mg/l]	0,04	0,07	0,11	0,12	0,14
Nickel	6 ¹⁾	[mg/l]	<0,01		0,026		0,057
Quecksilber	4 ¹⁾	[µg/l]	<0,2		0,40		
Zink	10	[mg/l]	0,25	0,33	0,46	0,52	0,62
PAK (TVO)	7	[µg/l]	0,24	2,08	2,54	2,79	3,39
PAK (EPA)	2	[µg/l]	4,4		5,19		5,98
MKW H18 ³⁾	8 ¹⁾	[mg/l]	0,005	0,21	1,44	4,75	7,02
pH-Wert	4	[-]	7,1		7,35		7,6

1) bei einigen Messprogrammen wurde die Bestimmungsgrenze unterschritten

2) die Bleikonzentration ist durch die Einführung des bleifreien Benzins gesunken: Mittelwert der Messprogramme seit 1993: 0,08 mg/l

3) In den jüngsten Messprogrammen an Autobahnen an der BAB A 4 und BAB A 59 ist eine deutliche Abnahme der MKW zu verzeichnen, die dort bei < 0,1 – 0,25 mg/l liegen.

Die Parameter Palladium, Platin und MTBE wurden in den aufgeführten Messprogrammen nicht mit untersucht. In einer Untersuchung von IFS (2002), bei der Abflüsse von Rastanlagen an Autobahnen untersucht wurden, werden als mittlere Konzentrationen für Palladium 3,4 – 8,1 µg/l, für Platin 2,8 – 5,2 µg/l und MTBE 32 – 73 ng/l festgestellt.

Der Median der Werte nach Tabelle A1.1.2 wird in Tabelle A1.1.3 mit anderen Literaturzusammenstellungen verglichen. Es zeigt sich, dass die Gesamtmittel im Vergleich zu den anderen Untersuchungen sehr ähnlich sind.

Tabelle A1.1.3: Vergleich der frachtgewogenen Gesamtmittelwerte mit anderen Literaturauswertungen

Parameter		Median nach Tabelle A1.1.2	WELKER (2004) ¹⁾	BROMBACH / FUCHS (2003) ²⁾
AFS	[mg/l]	155		153
BSB5	[mg/l]	14		
CSB	[mg/l]	99		77
Pges	[mg/l]	0,31		0,51
NH4-N	[mg/l]	0,60		0,92
Blei	[mg/l]	0,18	0,23 (0,23)	0,095
Cadmium	[µg/l]	3,6	6,0 (3,9)	2,4
Chrom	[µg/l]	15,0		15,5
Kupfer	[mg/l]	0,11	0,079 (0,099)	0,065
Quecksilber	[µg/l]	0,4		
Zink	[mg/l]	0,46	0,43 (0,44)	0,43
PAK (TVO)	[µg/l]	2,54		
PAK (EPA)	[µg/l]	5,19	4,7 (4,6)	
MKW (H18)	[mg/l]	1,44	4,8 (5,3) ³⁾	
pH-Wert	[-]	7,35		7,3

1) Angaben für Autobahnen, Werte in Klammern: Angaben für sonstige Straßenabflüsse

2) Messprogramme der Trennkanalisation in Zentraleuropa

3) Angaben für ältere Messprogramme

A 1.1.2.4 Ereignisabhängigkeit der stofflichen Belastung

Für einige Parameter soll exemplarisch untersucht werden, wie sich die Konzentrationen der Einzelereignisse gegenüber dem Gesamtmittelwert verhalten. Für Parameter, die zu akuten Gewässerbelastungen durch Niederschlagswassereinleitungen führen können, spielt diese Untersuchung eine Rolle. Nach Merkblatt BWK-M3 sind für das Auftreten akuter Gewässerbelastungen die Ammoniak Toxizität und das Sauerstoffdefizit zu berücksichtigen.

Für die Untersuchung wird der Datenbestand des Messprogramms an der BAB A 4 entsprechend ausgewertet. In Bild A1.1.4 sind die frachtgewogenen Einzelereigniskonzentrationen in Abhängigkeit vom effektiven Niederschlag aufgetragen und werden dem Gesamtmittelwert gegenübergestellt. Die Auswertung erfolgt für die Parameter Ammonium und CSB. Weiterhin wird der Parameter AFS mit ausgewertet.

Insgesamt ist eine deutliche Streuung der Einzelereigniskonzentrationen gegenüber dem Gesamtmittelwert zu erkennen. Mit dem Gesamtmittelwert kann somit nicht auf die Einzelereigniskonzentration geschlossen werden.

Für den Parameter Ammonium ist eine Abnahme der Konzentration bei steigendem effektivem Niederschlag zu erkennen. Nach Merkblatt BWK-M3 liegen für den vereinfachten Nachweis die Standardvorgaben für die Regenwasserkonzentration bei 5 mg/l NH4-N. Dieser Wert wird nach Bild A1.1.3 bei den Untersuchungen an der BAB A4 praktisch nicht überschritten.

Bei den Parametern CSB und AFS ist eine Abhängigkeit vom effektiven Niederschlag nicht zu erkennen. Bei diesen Parametern treten hohe Konzentrationen auch bei starken Nieder-

schlagereignissen auf. Dies wird auf einen entsprechend belasteten Abfluss von unbefestigten Flächen zurückgeführt, der bei diesen Ereignissen wahrscheinlich aufgetreten ist.

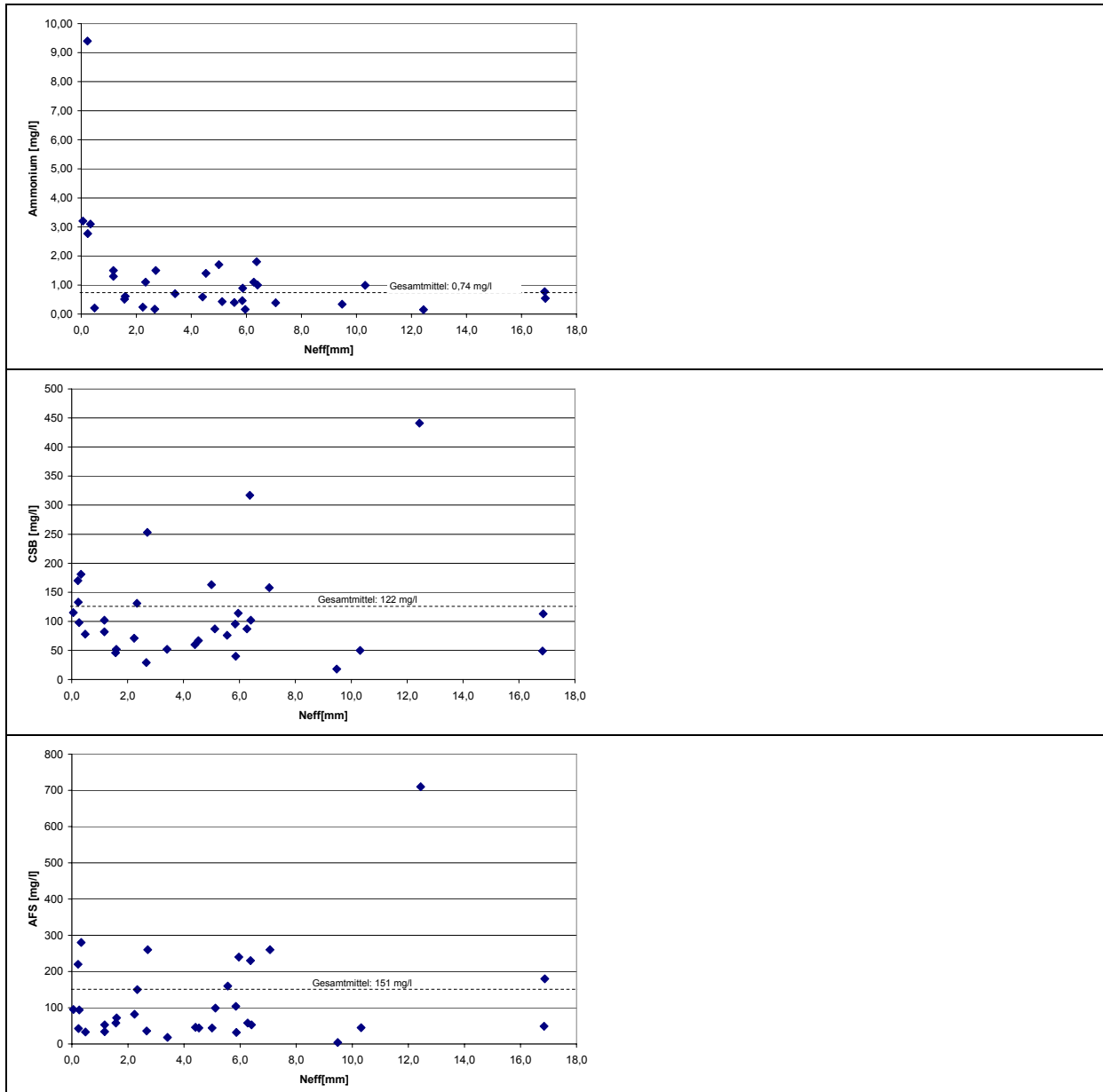


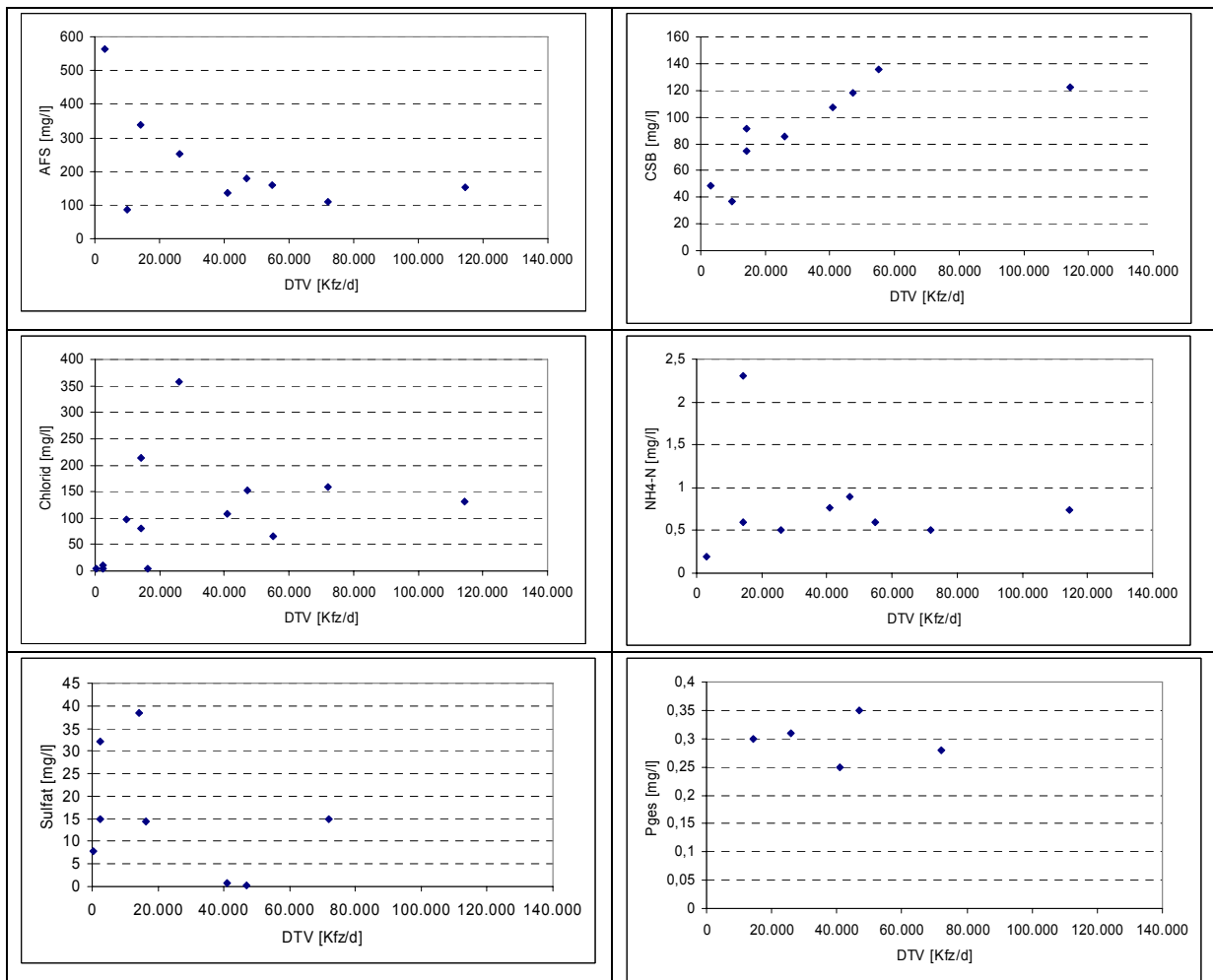
Bild A1.1.3: Einzelereigniskonzentrationen in Abhängigkeit vom effektiven Niederschlag für das Messprogramm an der BAB A4

Aussagen für den Parameter BSB_5 , der nach Merkblatt BWK-M3 für die Bewertung des Sauerstoffdefizits herangezogen wird, können mit dem Messprogramm an der BAB A 4 nicht getroffen werden. Der Parameter wurde nicht untersucht, was bei den Messprogrammen häufig der Fall ist. Mit einer größeren Ereignisanzahl wurde der BSB_5 nur im Messprogramm in Hildesheim (PAULSEN (1984), GROTTKER/SIEKER (1987)) an einer innerstädtischen Straße untersucht. Nach einer Auswertung des Datenbestandes von KASTING (2003) liegt für den BSB_5 der 75% Quantilwert bei 12,6 mg/l und das Maximum bei 96,6 mg/l. Die Standardvorgaben nach Merkblatt BWK-M3 für die Regenwasserkonzentration von 20 mg/l BSB_5 wird bei der Messung in Hildesheim somit bei einigen Ereignissen überschritten.

A 1.1.2.5 Abhängigkeit der Konzentration von der Verkehrsbelastung

Die durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung (DTV) hat Einfluss auf die durch den Straßenverkehr emittierten Stoffe. Auf GOLWER (1991) geht die Einteilung der potentiellen Grundwassergefährdung in Abhängigkeit der DTV zurück. So weist er auf Grund eigener Untersuchungen Straßen mit einem DTV < 2.000 Kfz ein geringes, Straßen mit einem DTV von 2.000 – 15.000 Kfz ein mittleres und Straßen mit einem DTV > 15.000 Kfz ein hohes belastendes Stoffpotential für das Grundwasser zu. Diese Einschätzung wurde im Wesentlichen aus der Analyse von Böden in Straßenrandbereichen abgeleitet. Eingang hat diese Einteilung z.B. in der RiStWag gefunden.

In Bild A1.1.4 erfolgt eine Auswertung des Datenbestandes, bei der die gemessenen Konzentrationen der jeweiligen Verkehrsbelastung gegenübergestellt werden. Eine Abhängigkeit der Belastung vom DTV lässt sich nur für die Parameter CSB und PAK vermuten. Bei den übrigen Parametern ist eine starke Streuung der Werte zu verzeichnen.



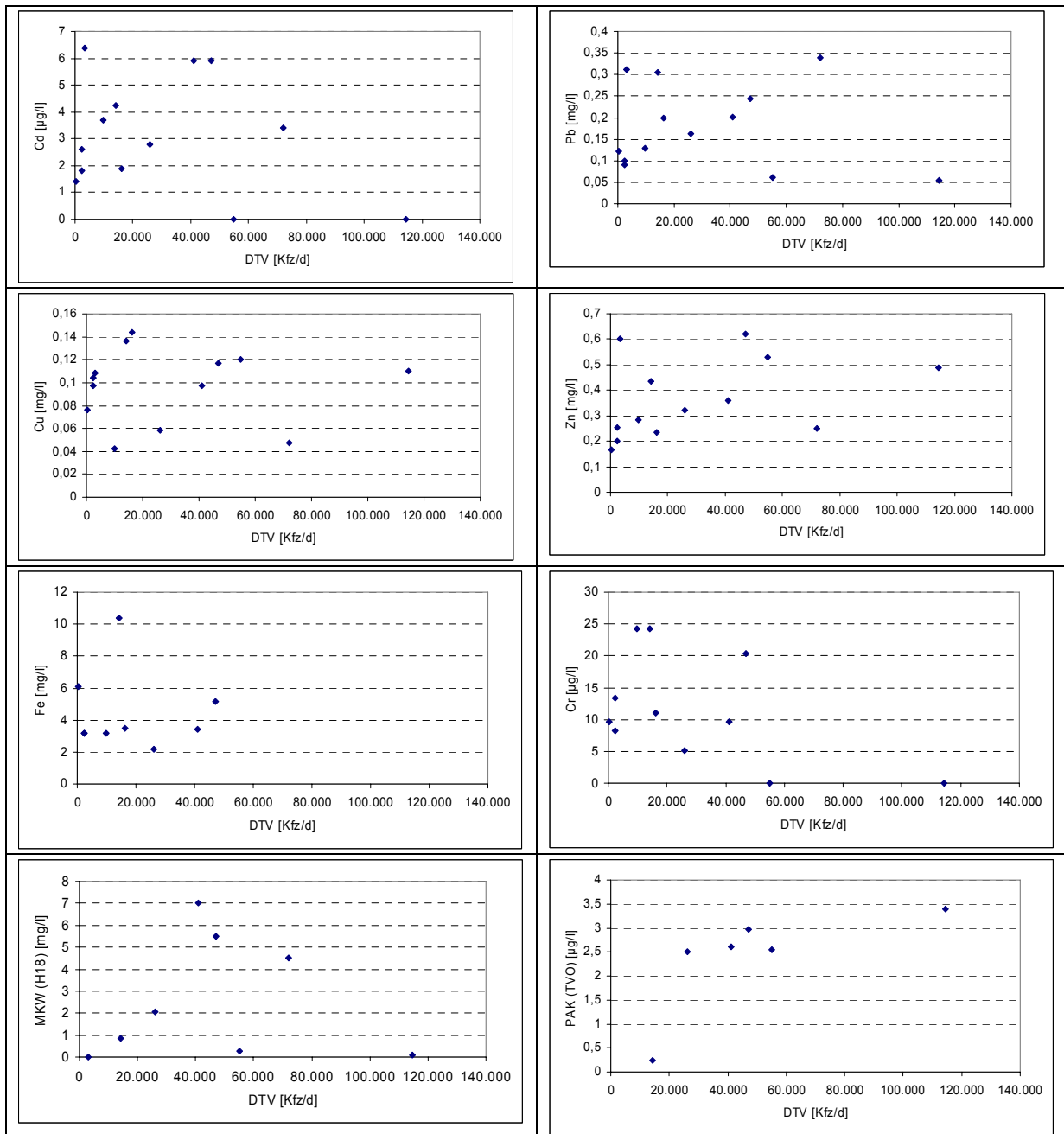


Bild A1.1.4: Abhängigkeit der Konzentration (Gesamtmittelwerte) in Verkehrsflächenabflüssen von der DTV

Der Datenbestand nach Tabelle 1 wird für diese Auswertung dabei um Messdaten von innerörtlichen Straßen aus Hamburg ergänzt (DANNEKER et al. (1988)), die eine wesentlich geringere Verkehrsbelastung aufweisen. Insgesamt ist der Datenbestand von Straßen mit geringer Verkehrsbelastung aber gering, so dass die Aussagekraft für diese Straßen stark eingeschränkt ist. Hier wären weitere Untersuchungen erforderlich.

Für den Parameter Chlorid ist zu berücksichtigen, dass Chlorid im Straßenabfluss durch den Taumittleinsatz im Winterbetrieb der Straßen verursacht ist. Die Auswertung nach der DTV ist somit nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Für die Parameter Blei und MKW muss die zeitliche Entwicklung der Konzentrationen beachtet werden (Bild A1.1.5). Bei Blei ist durch die Einführung des bleifreien Benzins eine deutliche Abnahme der Konzentration in den Straßenabflüssen festzustellen. Auch bei den MKW

zeigt sich eine deutliche Abnahme der Konzentrationen, was auf die dichteren Motoren in der aktuellen Fahrzeugflotte zurückgeführt wird.

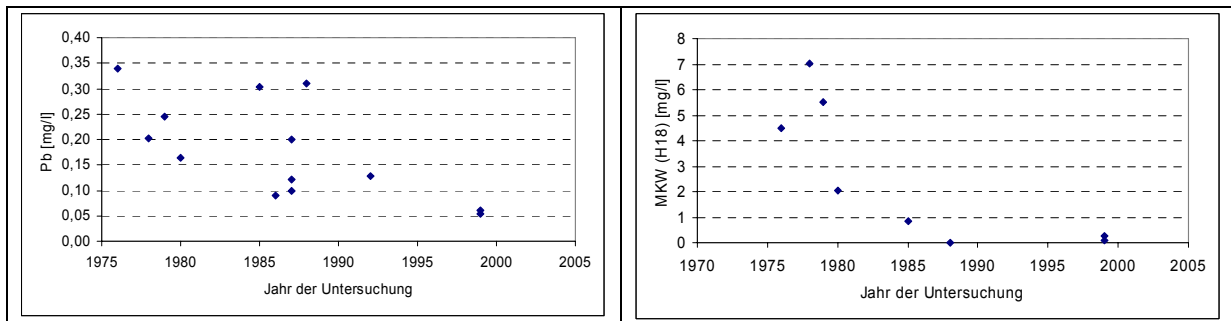


Bild A1.1.5: Zeitliche Entwicklung der Konzentration (Gesamtmittelwerte) für die Parameter Blei und MKW

A 1.1.2.6 Gelöste und partikuläre Anteile

Für die Bewertung der maximal möglichen Reinigungsleistung von Sedimentationsanlagen ist der partikuläre Anteil der Stoffkonzentrationen im Straßenabfluss von Bedeutung.

DIERKES (1999) gibt für 5 Messstellen für die Parameter Kupfer, Blei und Cadmium Gesamtkonzentrationen und gelöste Anteile (Fraktion kleiner $0,45 \mu\text{m}$) nach Tabelle A1.1.4 an. Der mittlere gelöste Anteil liegt nach diesen Untersuchungen für Kupfer bei 42%, für Blei bei 36% und Cadmium bei 70%. Dabei wird die Filtration ($0,45 \mu\text{m}$) zur Trennung der partikulär gebundenen und der gelösten Schwermetallanteile genutzt.

Tabelle A1.1.4: Schwermetallkonzentration im Fahrbahnabfluss und Anteil der gelösten Spezies DIERKES (1999)

Straße	Mittelwert [$\mu\text{g/l}$]	Median [$\mu\text{g/l}$]	Minimum [$\mu\text{g/l}$]	Maximum [$\mu\text{g/l}$]	Anteil gelöst [%]
Kupfer					
A2	112	113	40	234	45
A3	141	86	39	691	40
A31	109	77	6	539	55
A42	75	50	27	256	42
B224	200	110	11	797	28
Blei					
A2	13	12	< 8	22	45
A3	16	12	< 8	65	43
A31	33	8	< 8	415	26
A42	35	11	< 8	285	14
B224	34	10	< 8	182	51
Cadmium					
A2	1,2	1,0	< 1,0	4,3	67
A3	1,2	1,0	< 1,0	2,5	90
A31	1,2	1,0	< 1,0	2,9	68
A42	2,3	1,9	< 1,0	4,8	72
B224	1,3	1,0	< 1,0	7,6	51

In der Größenordnung werden die Angaben von DIERKES durch eine Untersuchung von IFS (2002) bestätigt, bei der Abflüsse von Rastanlagen an Autobahnen untersucht wurden (Tabelle A1.1.5). Bei den PAK ist der gelöste Anteil gering, was den bisherigen Erfahrungen entspricht, dass PAK hauptsächlich an die partikuläre Form gebunden vorliegen.

Tabelle A1.1.5: gelöster Anteil der Schwermetallkonzentration im Abfluss von Rastanlagen an Autobahnen (IFS (2002))

Parameter	gelöster Anteil [%]			
	BAB A 2 Garb- sen Nord (Lkw)	BAB A 2 Garb- sen Nord (Pkw)	BAB A7 Allertal West	Mittelwert
Blei	19	37	32	29
Cadmium	k.A.	58 ¹⁾	k.A.	k.A.
Kupfer	30	33	25	29
Palladium	77	75	76	76
Platin	65	74	81	73
Zink	28	34	29	30
MKW H18	12	33	18	21
MKW H53	44	64	55	54
PAK	7	14	10	10

1) nur bei einer geringen Anzahl von Ereignissen nachgewiesen

XANTHOPOULOS (1990) weist bei Sedimentuntersuchungen an Straßenabläufen den unterschiedlichen Einfluss der Kornfraktionen an den Schwermetallbelastungen des partikulären Anteils nach (Tabelle A1.1.6). Deutlich erkennbar ist, dass die kleinste Kornfraktion von 6-60 µm (Mittel – Grobschluff) den größten Anteil an der gesamten Schwermetallbelastung hat. Somit müssen Sedimentationsanlagen auch die kleinen Kornfraktionen zurückhalten, um bei den genannten Metallen eine Frachtreduktion zu erzielen.

Tabelle A1.1.6: Beitrag der einzelnen Kornfraktionen zur Schwermetallbelastung des Regenabflusses (XANTHOPOULOS (1990))

Kornfraktion	Pb [%]	Cd [%]	Zn [%]	Cu [%]	Ni [%]
> 600 µm	6	11	8	1	<1
60-600 µm	14	18	25	18	12
6-60 µm	80	71	67	81	87
Summe	100	100	100	100	100

A 1.2 Emissionsinventar Straßenabflüsse

Für die Grobbilanzierung der Stofffrachten von Straßen wurde ein Emissionsinventar erstellt. Die Grobbilanzierung erlaubt eine gewässereinzugsgebietsbezogene Betrachtung der Stofffrachten des von Straßenoberflächen abfließenden Niederschlagswassers. Basis der Bilanzierung sind digitale Daten des Straßennetzes und der Gewässereinzugsgebiete sowie Literaturdaten zur Abflussverschmutzung.

A 1.2.1 Datengrundlage

Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen werden zusammengefasst als klassifizierte Straßen bezeichnet. Sie dienen dem übergeordneten, regionalen und zwischenörtlichen Verkehr. Klassifizierte Straßen verlaufen überwiegend außerörtlich, können aber auch innerhalb von Ortslagen verlaufen. Innerhalb von Ortslagen dienen die klassifizierten Straßen zumeist nicht nur dem überörtlichen Verkehr, sondern ergänzen das kommunale Straßennetz, das von den Gemeindestraßen gebildet wird.

Das digitale Straßennetz in der Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB), Stand 07.01.2005, dient als Basisinformationssystem für straßenbezogene Daten der klassifizierten Straßen. Das Straßennetz wird dabei aus den Straßenabschnitten zwischen den Netzknoten und den Straßenästen gebildet. Als Ast wird der Teil des Straßennetzes bezeichnet, der in einem Netzknoten zur Verknüpfung der Abschnitte untereinander dient.

Die als Linieninformation verorteten Straßen enthalten abschnittsweise zusätzliche Attribute zu Straßeneinzel-, Querschnitts-, Aufbau-, Bauwerks-, Verkehrs- und weitere Daten, die in der NWSIB von dem Landesbetrieb Straßenbau NRW verwaltet werden. Das Ordnungssystem der NWSIB lässt die Erweiterung durch beliebige Datengruppen grundsätzlich zu.

Ergänzend zu den zuvor beschriebenen Netzdaten wurde das ATKIS Basis-DLM, Stand 23.02.2005, verwendet. Berücksichtigt wurden die linienförmigen Objektarten 3101 und 3105. Sie stellen das gesamte Straßennetz der klassifizierten Straßen, Gemeinde- und sonstige Straßen dar. Die Länge der Straßen ist weitestgehend identisch mit der NWSIB. Die Straßenbreiten sind jedoch für die klassifizierten Straßen weniger detailliert im Vergleich zur NWSIB. Für Gemeinde- und sonstige Straßen fehlen Breitenangaben komplett.

Die in der NWSIB weitestgehend vorhandenen Angaben zur Breite der Fahrbahn, Kriech-, Mehrzweck-, Stand- und Parkstreifen, ergeben zusammengefasst die Breite der befestigten Straßenoberfläche. Unberücksichtigt blieben parallel verlaufende Geh-, Rad- und sonstige Wege. Im Bereich von Ortsdurchfahrten mussten die Straßenbreiten teilweise durch vergleichbare Angaben aus dem ATKIS Basis-DLM (Objektart 3101, Attribut BRF) ergänzt werden, da in der NWSIB Breitenangaben fehlten. Die Straßenbaulast lag bei den betroffenen Ortsdurchfahrten vielfach in kommunaler Hand. In wenigen Fällen konnten die fehlenden Breitenangaben nicht mit ATKIS-Daten ergänzt werden. Für verbleibende Datenlücken wurden mittlere Straßenbreiten aus dem Datensatz des Landesbetriebs Straßenbau verwendet. Eine Abschätzung der innerorts verlaufenden Straßen wurde über eine Verscheidung mit den Ortslagen aus ATKIS (Objektart 2101) durchgeführt.

GIS-kompatible Angaben zur Art und Anlagen der Straßenentwässerung sind derzeit nur rudimentär vorhanden. Die Datenstruktur der NWSIB lässt jedoch die Ergänzung abschnittbezogener Daten zur Straßenentwässerung zu.

Des Weiteren wurden zur gewässereinzugsgebietsbezogenen Bilanzierung der Straßenflächen die Gewässergeometrien basierend auf der 3. Auflage der Gewässerstationierungskarte (GSK25) und die Einzugsgebiete beruhend auf der 2. Auflage der GSK25, Stand 23.02.2005, verwendet. Die Einzugsgebiete gemäß GSK25 können zu Fluss- bzw. Teileinzugsgebieten gemäß MUNLV (2003) zusammengefasst werden. In Bild A1.2.1 sind die klassifizierten Straßen in den Flussgebieten in NRW dargestellt.

Das Land Nordrhein-Westfalen hat Anteile an den vier Flussgebieten Rhein (mit Isssel), Maas, Weser, und Ems. Eine Unterteilung in weitere Teileinzugsgebiete von Rhein und Maas erfolgt in NRW wie folgt:

Rhein:

- Rheingraben
- die 6 Hauptnebenflüsse Lippe, Emscher, Ruhr, Erft, Wupper, Sieg
- die Nebenflüsse, welche außerhalb von NRW in den Rhein münden (Ahr, Lahn, Kyll)
- Isssel

Maas:

- die drei Hauptnebenflüsse Schwalm, Rur, Niers
- Maastal

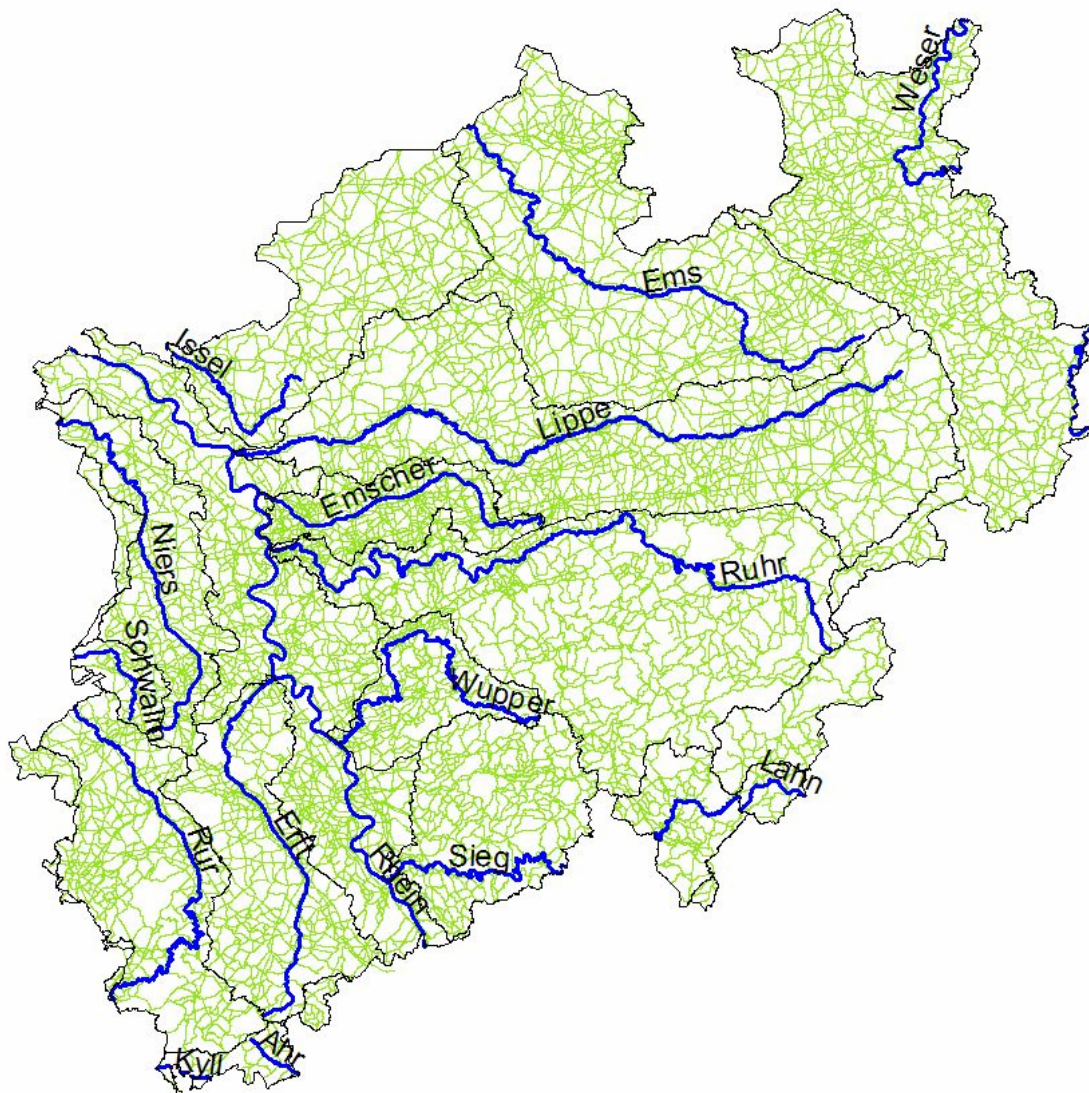


Bild A1.2.1: Klassifizierte Straßen in den Teileinzugsgebieten Nordrhein-Westfalens

A 1.2.2 Flächenstatistik

Die Landesfläche von Nordrhein-Westfalen beträgt rund 3,4 Mio. ha. Auf Basis der ATKIS-Daten werden 717.000 ha als Siedlungs- und Verkehrsfläche ausgewiesen, wobei 381.000 ha als befestigt und abflusswirksam eingestuft sind. Etwa 37 % dieser Flächen werden im Mischsystem entwässert, ca. 33 % im Trennsystem und die restlichen 30 % sind meist außerörtliche Straßenflächen (MUNLV (2005)).

Die ATKIS-Daten weisen unter den Objektnummern 3101 und 3105 die Länge aller Straßen und Straßenäste in NRW mit 91.125 km aus, wovon sich mit 29.645 km ca. 33 % außerhalb von Ortslagen befinden. Diese Angaben enthalten die klassifizierte Straßen, mit einer Länge von insgesamt 31.644 km, von denen 20.922 km außerhalb von Ortslagen verlaufen. Der Rest von 10.722 km befindet sich in Ortslagen und ist zumeist an die kommunale Siedlungsentwässerung angeschlossen (Tabelle A1.2.1). Die ermittelten Längen aus dem ATKIS-Straßennetz weichen geringfügig von denen des digitalen Straßennetzes der NWSIB ab.

Tabelle A1.2.1: Straßenlängen aus ATKIS der klassifizierten Straßen sowie den Gemeinde- und sonstigen Straßen in NRW

		klassifizierte Straßen	Gemeinde- und sonstige Straßen	gesamtes Straßennetz
Länge	km	31.644	59.481	91.125
Längen außerhalb Ortslagen	km	20.922	8.723	29.645
Längenanteil außerhalb Ortslagen	%	66,1	14,7	32,5

Auf Basis der NWSIB sind in Tabelle 1.2.2 die Längen- und Flächenangaben der klassifizierten Straßen in NRW zusammengefasst. Die ca. 30.000 km klassifizierten Straßen bestehen aus ca. 76 % Landes- und Kreisstraßen sowie ca. 17 % Bundesstraßen und 7,4 % Autobahnen. Die für die Regenabflüsse relevanten Flächen sind aufgrund der unterschiedlichen Straßenbreiten und unter Berücksichtigung der Straßenäste jedoch anders verteilt. Von den 277 km² Fläche der klassifizierten Straßen und Äste sind zu je ca. 20 % den Autobahnen, Bundesstraßen und Kreisstraßen zuzuordnen und knapp 40 % den Landesstraßen. Die klassifizierten Straßen und Äste nehmen etwa 7,4 % der befestigten und abflusswirksamen Fläche bzw. 0,8 % der Landesfläche ein. Rund 70 % der Bundes-, Landes- und Kreisstraßen werden außerhalb von Ortslagen geführt und entwässert. Der Rest verläuft innerhalb von Ortslagen und wird teilweise gemeinsam über das kommunale Entwässerungssystem entwässert.

Tabelle A1.2.2: Längen und Flächen aus der NWSIB der klassifizierten Straßen in NRW

		Autobahnen BAB	Bundesstraßen B	Landesstraßen L	Kreisstraßen K	alle BAB+B+L+K	
Straßen	Länge	km	2.197	5.062	12.683	9.814	29.757
	Fläche	km ²	47	51	103	63	264
	mittlere Breite	m	21,28	10,11	8,09	6,42	8,86
	Längenanteil	%	7,4	17,0	42,6	33,0	100
	Flächenanteil	%	17,7	19,4	38,9	23,9	100
Straßen + Äste	Länge	km	4.038	5.415	12.831	9.842	32.126
	Fläche	km ²	58	53	103	63	277
	mittlere Breite	m	14,25	9,79	8,06	6,41	8,62
	Längenanteil	%	12,6	16,9	39,9	30,6	100
	Flächenanteil	%	20,8	19,1	37,3	22,8	100
	Längenanteil außerhalb Ortslagen	%	87,8%	64,2%	65,6%	71,4%	69,9%
	Flächenanteil außerhalb Ortslagen	%	89,9%	63,4%	63,1%	68,4%	69,9%

Bisherige Schätzungen von Emissionsbilanzen auf Basis der ATKIS-Daten nahmen pauschale Breiten von 15 m für die Objektnummer 3101 (Straße) und von 30 m für die Objektnummer 3104 (Straße komplex) mit einem Befestigungsgrad von 80 % an (MUNLV (2003)). Dies entspricht Straßenbreiten von 12 bzw. 24 m bei einem angenommenen Befestigungsgrad von 100 %. Die Detaildaten des klassifizierten Straßennetzes für Autobahnen und Bundesstraßen liegen etwas unter diesen Annahmen als landesweite Mittelwerte. Für Landes- und Kreisstraßen ergeben sich größere Überschätzungen. Zu beachten ist, dass evtl. parallel zur Straße verlaufende Fuß- und Radwege nicht mit berücksichtigt werden konnten. Zudem wurden Seitenstreifen und Böschungen nicht in der Bilanzierung berücksichtigt, da deren Breite und Durchlässigkeit nicht für einzelne Straßenabschnitte aus der NWSIB zu entnehmen sind.

Bild A1.2.2 zeigt die Straßenflächenanteile der klassifizierten Straßen im Bezug zur Einzugsgebietsgröße der Gewässereinzugsgebiete beruhend auf der 2. Auflage der GSK25. Zu erkennen ist, dass in vielen Einzugsgebieten der Anteil der Straßenfläche zwischen 0 und 2 % beträgt. Vor allem bei kleineren Einzugsgebieten kann der Straßenflächenanteil auch erheblich größer sein. Bei größeren Einzugsgebieten verringert sich der Schwankungsbereich des Straßenflächenanteils. Zu begründen ist dies durch die größere Einzugsgebietsfläche, wodurch der Einfluss der örtlich begrenzten, extremen Versiegelungsverhältnissen reduziert wird.

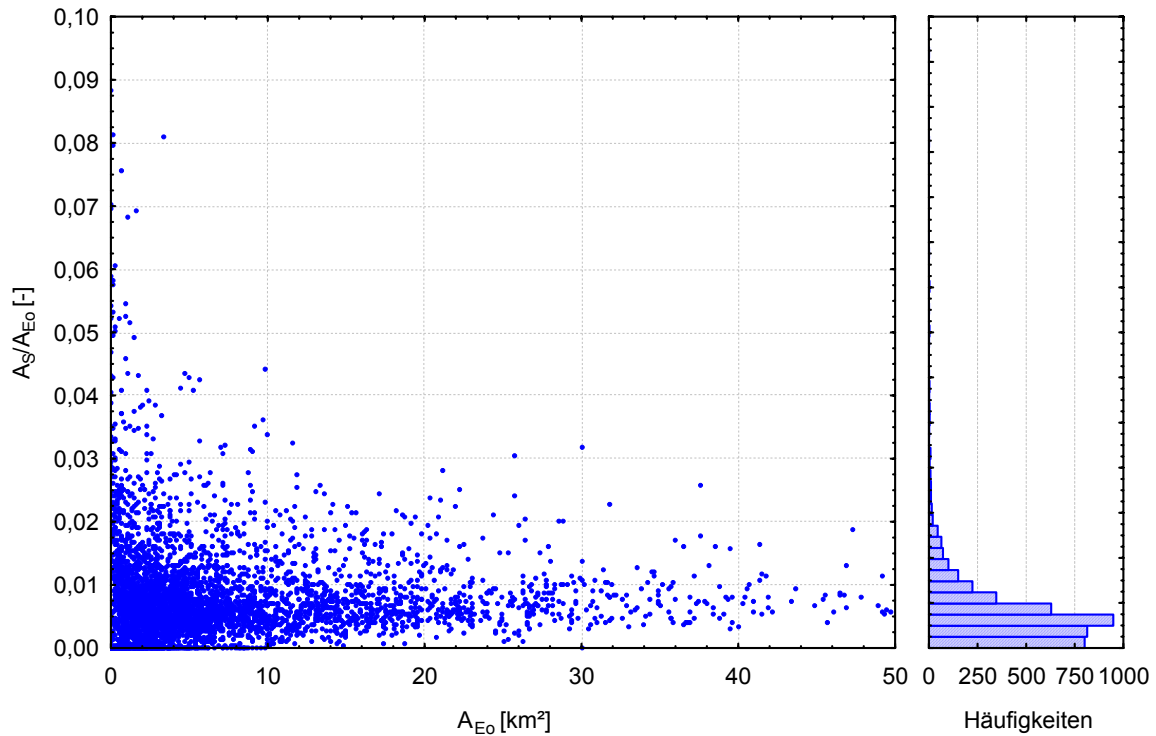


Bild A1.2.2: Straßenflächenanteil im Bezug zur Gewässereinzugsgebietsgröße nach GSK 25

Eine vergleichende Betrachtung der Straßenflächenanteile in den Teileinzugsgebieten nach MUNLV (2003) ist in Tabelle A1.2.3 dargestellt. Die statistischen Kennwerte zeigen, für das Einzugsgebiet der Emscher, einen deutlich größeren Straßenflächenanteil auf als in den übrigen Teileinzugsgebieten. Im Median beträgt dort der Versiegelungsgrad durch klassifizierte Straßen 1,68 %. In den übrigen Teileinzugsgebieten schwankt der Wert zwischen 0,43 % im Maastal und 0,90 % im Einzugsgebiet der Wupper.

Tabelle A1.2.3: Anteile der Flächen klassifizierter Straßen an den Einzugsgebieten nach GSK 25

	Anzahl EZG	Minimum	25% Quantil	Median	75% Quantil	Maxi- mum	Mittelw.	Std.- abw.	Schiefe
	[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]
Rheingraben	251	0,00	0,34	0,76	1,21	13,33	1,01	1,24	5,21
Lippe	368	0,00	0,41	0,63	0,98	11,30	0,76	0,76	7,78
Emscher	95	0,00	1,14	1,68	2,28	5,07	1,75	1,00	0,66
Ruhr	976	0,00	0,28	0,56	0,94	7,04	0,74	0,76	2,74
Erft	222	0,00	0,46	0,73	1,13	3,56	0,87	0,67	1,38
Wupper	99	0,00	0,48	0,90	1,36	6,06	1,05	0,87	2,78
Sieg	746	0,00	0,30	0,69	1,19	8,84	0,93	1,04	3,03
Lahn/Ahr/Kyll	149	0,00	0,21	0,48	0,80	6,96	0,67	0,85	4,21
Issel	148	0,00	0,38	0,54	0,78	1,74	0,59	0,31	0,61
Maastal	11	0,00	0,24	0,43	0,61	7,95	1,06	2,30	3,25

Niers	76	0,00	0,61	0,81	1,13	3,27	0,92	0,53	1,67
Schwalm	17	0,40	0,60	0,77	0,98	1,96	0,83	0,38	1,72
Rur	169	0,00	0,38	0,68	1,03	5,83	0,78	0,68	3,15
Weser	674	0,00	0,31	0,56	0,83	3,92	0,64	0,54	1,87
Ems	304	0,00	0,36	0,55	0,81	3,02	0,66	0,49	1,73

A 1.2.2 Verkehrsstatistik

Die Verkehrsbelastung der klassifizierten Straßen wird im Turnus von 5 Jahren erfasst. Die Erhebung findet grundsätzlich auf freien Strecken statt. Darunter werden Strecken außerhalb von Ortschaften und abhängig von der Einwohnerzahl auch Teile des innerörtlichen Straßennetzes verstanden. Im Jahr 2000 betrug die Jahresfahrleistung auf klassifizierten Straßen 85,5 Milliarden Kilometer für den Personen- und Güterverkehr, wobei 9,2 Milliarden Kilometer für den Schwerverkehr anfielen. Mit einem Anteil von 53 % hat der Verkehr auf Autobahnen den größten Anteil an der Jahresfahrleistung.

Tabelle A1.2.4: Jahresfahrleistung auf freien Strecken klassifizierter Straßen in NRW

	Autobahnen BAB	Bundesstraßen B	Landesstraßen L	Kreisstraßen K	alle BAB+B+L+K
Abschnitts- längen [km]	2.142	3.822	9.800	6.086	21.850
	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm	MioFzkm
Personen- verkehr (PV)	37.552	12.936	16.794	6.663	73.945
Güter- verkehr (GV)	8.062	1.532	1.497	487	11.578
Kfz-Verkehr (PV+GV)	45.614	14.468	18.291	7.150	85.523
Schwer- verkehr (SV)	6.570	1.209	1.120	360	9.259

(Quelle: Straßenverkehrszählung NRW 2000)

Zu den in Tabelle A1.2.4 aufgeführten Verkehrsbelastungen kommen die Fahrleistungen auf nicht klassifizierten inner- und außerörtlichen Straßen sowie auf Teile der innerörtlichen klassifizierten Straßen.

Bild A1.2.3 zeigt die längengewichtete Unterschreitungshäufigkeit der Verkehrsbelastung der vier erfassten Straßenklassen. Die Verkehrsbelastung von etwa 55 % der gesamten Länge der freien Strecken klassifizierter Straßen liegt unter 5.000 Kfz/24 h und von etwa 85% unter 15.000 Kfz/24 h. Autobahnen weisen wesentlich höhere Verkehrsbelastungen auf, wobei sich diese auf nur 7,4 % des klassifizierten Straßennetzes konzentriert.

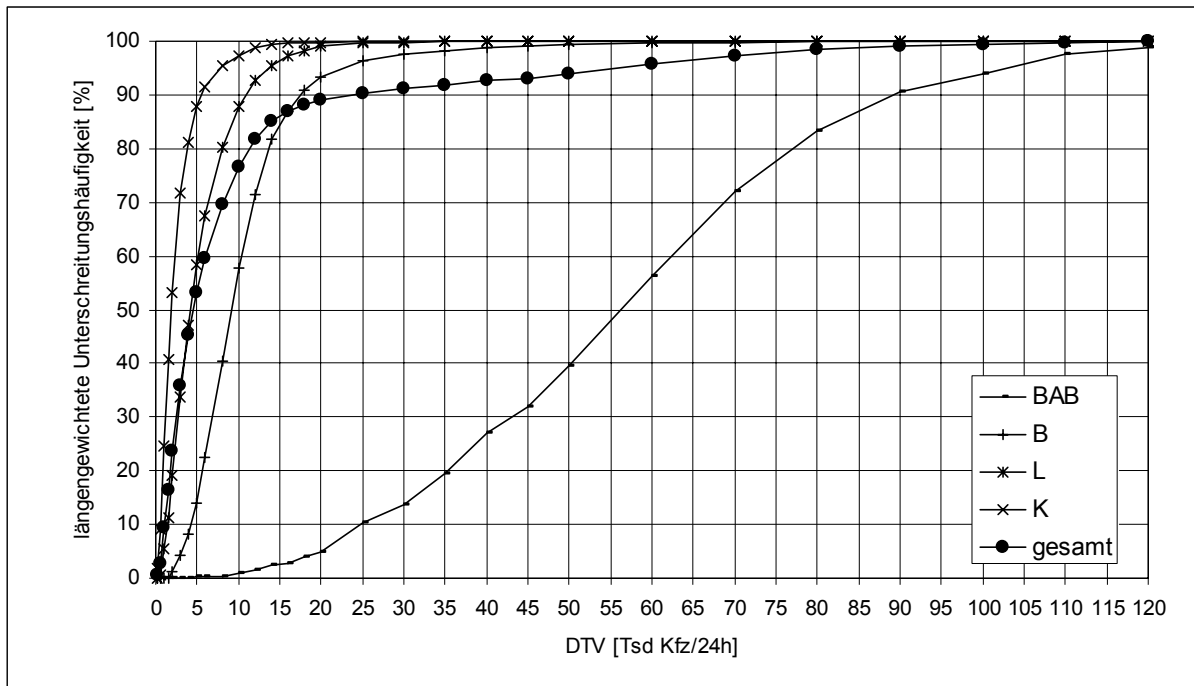


Bild A1.2.3: Längengewichtete Unterschreitungshäufigkeit der Verkehrsbelastung auf freien Strecken klassifizierter Straßen in NRW

A 1.2.4 Bilanzierungsmethode

A 1.2.4.1 Ermittlung der befestigten Straßenfläche

Die Straßenflächen $A_{\text{Straßen}}$ werden anhand der verfügbaren Straßenlängen und -breiten ermittelt. Die Datengrundlage wurde bereits in Kapitel 1.2.1 beschrieben. Durch das Verschneiden der Straßen mit den Gewässereinzugsgebieten sind die Flächen durch die in der NWSIB definierten Straßenabschnittsnummern und der Gewässereinzugsgebietsnummern eindeutig zu identifizieren.

A 1.2.4.2 Mittlerer Jahresabflussbeiwert

Der mittlere Jahresabflussbeiwert Ψ_m beschreibt nach Merkblatt DWA-M 153 das mittlere Verhältnis des Abflussvolumens zum Niederschlagsvolumen. Da für eine landesweite Betrachtung keine örtlichen Angaben verwendet werden können, muss der mittlere langjährige Abflussbeiwert abgeschätzt werden. Eine Betrachtung des Jahresabflussbeiwerts von Straßen wurde mit einer Langzeitsimulation durchgeführt. Verwendet wurde das Programm ERWIN 4.0 der Firma IFS. Insgesamt wurden die Niederschlagsreihen von 13 Niederschlagsstationen in NRW berücksichtigt. Für die Abflussbildungsparameter wurden folgende Standardwerte verwendet:

Benetzungsverlust	0,75 mm
Muldenverlust	3,00 mm
Anfangsabflussbeiwert	0,20 [-]
Endabflussbeiwert	1,00 [-]

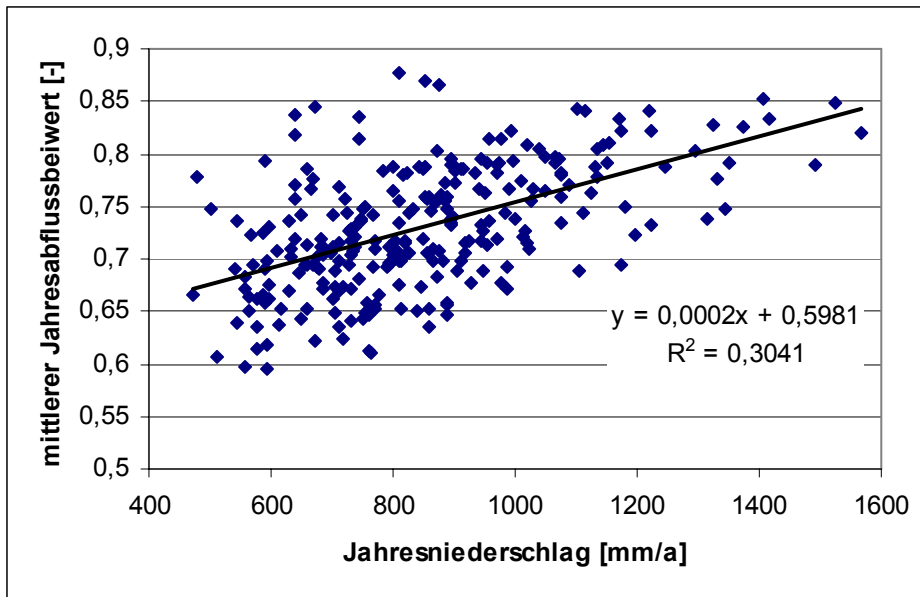


Bild A1.2.4: Mittlerer Jahresabflussbeiwert aus Langzeitsimulation in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag

In Bild A1.2.4 sind die simulierten mittleren Jahresabflussbeiwerte in Abhängigkeit vom Jahresniederschlag dargestellt. Zu erkennen ist, dass mit steigendem Jahresniederschlag der mittlere Jahresabflussbeiwert zunimmt. Der Median des mittleren Jahresabflussbeiwertes für die insgesamt 259 simulierten Jahre beträgt 0,73. Dieser Wert stimmt gut mit dem von ILLGEN (2000) ermittelten Wert von 0,74 für Asphalt und fugenlosen Beton überein.

Bei einer landesweiten Bilanzierung ist zu bedenken, dass der Abflussbeiwert nicht nur vom Niederschlag sondern auch von der örtlichen Beschaffenheit der Straße (z.B. Neigung, Straßenoberfläche) und örtlichen Witterungseinflüssen abhängt. Zudem kann auch die örtliche Niederschlagshöhe von den flächendeckend verfügbaren Gebietsniederschlägen variieren. Dies ist vor allem im Mittelgebirge zu vermuten. In Ermangelung detaillierter örtlicher Angaben erscheint somit die Berücksichtigung eines konstanten Abflussbeiwertes für angebracht.

Für eine flussgebietsweite Betrachtung wird von NAFO (2004) ein mittlerer Jahresabflussbeiwert von 0,7 für sinnvoll erachtet. In der bisher angewandten Methodik zur Bilanzierung der Schmutzfrachten von Regenwasserabflüssen und Mischwasserentlastungen in NRW wurde ebenfalls ein Jahresabflussbeiwert von 0,7 gewählt (MUNLV (2005)). Da derzeit aufgrund der beschriebenen Einflüsse und der Datenlage eine Abweichung vom bisher verwendeten mittleren Jahresabflussbeiwert nicht für sinnvoll erachtet wird, wurde im Rahmen der hier vorgestellten Bilanzierung mit einem mittleren Jahresabflussbeiwert Ψ_m von 0,7 gerechnet.

A 1.2.4.3 Jahresgebietsniederschlag

Analog zu der bisher in NRW durchgeführten Frachtbilanzierung (MUNLV (2005)) wurden mittlere Jahresgebietsniederschläge h_{Na} verwendet. Die Ermittlung des mittleren Jahresgebietsniederschlags für die Gewässereinzugsgebiete erfolgte dabei auf Basis eines 30-jährigen Beobachtungszeitraums. Allerdings weisen die Daten, aufgrund der Umstellung am DWD auf das Regionalisierungsverfahren REGNIE, einige Unstetigkeiten in der Datenstruktur auf. Als Folge sind die Gebietsniederschläge nicht für alle Gebiete als 30-jähriger Mittelwerte darstellbar.

A 1.2.4.4 Ermittlung des von Straßenoberflächen abfließenden Niederschlagswasservolumens

Das von Straßenoberflächen abfließende Niederschlagswasservolumen $VQ_{r, \text{Straßen}}$ berechnet sich aus der befestigten Straßenfläche und der mittleren Jahresgebietsniederschlagshöhe h_{Na} unter Berücksichtigung des mittleren Jahresabflussbeiwertes Ψ_m . Eine weitere Aussage, welcher Anteil versickert oder in oberirdische Gewässer eingeleitet wird ist, aufgrund fehlender Daten zu den Entwässerungsverfahren einzelner Straßenabschnitte nicht möglich.

$$VQ_{r, \text{Straßen}} = A_{\text{Straßen}} * \Psi_m * h_{Na}$$

A 1.2.4.5 Inhaltsstoffe in Niederschlagsabflüssen von Straßen

Auf Grundlage der Zusammenstellung der vorliegenden Messergebnisse über Konzentrationen bisher durchgeführter Untersuchungen von Niederschlagsabflüssen von Straßenoberflächen in Anhang 1.1 wurden für die Bilanzierung der Stofffrachten die in Tabelle A1.2.5 angegebenen Mediane der ermittelten Konzentrationen verwendet. Die Parameter CSB sowie PAK lassen bei den zugrunde liegenden Untersuchungen eine Abhängigkeit von der durchschnittlichen täglichen Verkehrsbelastung (DTV) vermuten. Für PAK wird jedoch die Datelage als nicht ausreichend für den Ansatz einer von der DTV abhängigen Konzentration angesehen, so dass ebenfalls der Median verwendet wurde. Für den CSB wurde bei der Frachtberechnung ein von der DTV abhängiger Wert berücksichtigt. Für Straßenabschnitte mit fehlendem DTV-Wert wurde eine Verkehrsbelastung von 5.000 Kfz/d angenommen. Die Belastung der Straßenoberflächenabflüsse durch MKW und Blei ging in den letzten Jahren deutlich zurück. Diese Entwicklung wurde durch entsprechend niedrige Konzentrationen berücksichtigt. Für den Parameter Chlorid ist zu berücksichtigen, dass Chlorid im Straßenabfluss durch den Taumitteinsatz im Winterbetrieb der Straßen verursacht wird. Die Chloridkonzentration ist demzufolge starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Es ist zu betonen, dass der Datenbestand der vorliegenden Messergebnisse insbesondere bei Straßen mit geringer Verkehrsbelastung relativ gering ist.

Zum Vergleich wurden die in MUNLV (2003) herangezogenen Verschmutzungskonzentrationen für Regenwasserabflüsse aus Trennsystemen und von Straßen gegenübergestellt.

Tabelle A1.2.5: Konzentrationen im Niederschlagsabfluss von Straßenoberflächen

Parameter	MUNLV (2003)	ESOG
	Trennsystem, Straße	Straße
AFS	—	155 mg/l
Chlorid	—	120 mg/l
BSB ₅	—	14 mg/l
CSB	—	DTV 0 - 50.000 Kfz/d $c_r = 30 + 0,002 * DTV$ [mg/l]
		DTV > 50.000 Kfz/d 130 mg/l
TOC	25mg/l	—
N _{ges}	4 mg/l	—
NH ₄ -N	—	0,60 mg/l
P _{ges}	1 mg/l	0,31 mg/l
Cd	2,4 µg/l	3,6 µg/l
Hg	0,40 µg/l	0,40 µg/l
Pb	95 µg/l	80 µg/l
Ni	29 µg/l	26 µg/l
Cr	15 µg/l	15 µg/l
Cu	65 µg/l	110 µg/l
Zn	430 µg/l	460 µg/l
AOX	20 µg/l	—
PAK (TVO)	—	2,54 µg/l
MKW (H18)	—	0,17 mg/l

A 1.2.4.6 Berechnung der Stofffracht von Straßen

Die Stofffracht $SF_{\text{Straßen}}$ von Straßen resultiert aus der von Straßenoberflächen abfließenden Niederschlagswasservolumen und den angegebenen Konzentrationen.

$$SF_{\text{Straßen}} = VQ_{r,\text{Straßen}} * c_{r,\text{Straßen}}$$

Die resultierenden Stofffrachten wurden für die Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25 ermittelt und für die 15 Teileinzugsgebiete gemäß MUNLV (2003) zusammengefasst. Die tatsächlich in die Gewässer eingeleitete Fracht ist jedoch geringer. Durch Versickerung und Behandlungsanlagen wird ein Teil der Stofffracht zurück gehalten. Eine weitergehende Betrachtung welcher Anteil der Stofffracht zurückgehalten wird, ist aufgrund der schlechten Datenlage zurzeit nicht möglich.

A 1.2.5 Stofffrachten im Niederschlagsabfluss von klassifizierten Straßen

Die Gesamtfrachten, die in dem von klassifizierten Straßen abfließenden Niederschlagswasser enthalten sind, können der Tabelle A1.2.6 entnommen werden. Da in diesem Handbuch auch Gemeinde- und sonstige Straßen außerhalb von Ortslagen berücksichtigt werden ist

zudem eine Abschätzung der Stofffracht angegeben, die von diesen Straßen ausgehen. Die Abschätzung basiert auf dem Straßennetz der Gemeinde- und sonstigen Straßen aus ATKIS und einer angenommenen mittleren Breite von 6,41 m.

Tabelle A1.2.6: Stofffrachten von Straßen in NRW

Parameter		klassifizierte Straßen			Gemeinde- und sonstige Straßen
		innerhalb Ortslagen	außerhalb Ortslagen	gesamt	außerhalb Ortslagen
AFS	t/a	8.476	18.865	27.341	5.476
Chlorid	t/a	6.562	14.605	21.167	4.240
BSB5	t/a	766	1.704	2.469	495
CSB	t/a	2.947	6.559	9.505	1.413
NH ₄ -N	t/a	32,8	73,0	105,8	21,2
P _{ges}	t/a	17,0	37,7	54,7	11,0
Cd	kg/a	197	438	635	127
Cr	kg/a	820	1.826	2.646	530
Pb	kg/a	4.375	9.737	14.111	2.826
Cu	kg/a	6.015	13.388	19.403	3.886
Ni	kg/a	1.422	3.164	4.586	919
Hg	kg/a	21,9	48,7	70,6	14,1
Zn	kg/a	25.153	55.987	81.140	16.252
PAK	kg/a	139	309,1	448,0	89,7
MKW	t/a	9,3	20,7	30,0	6,0

Für die klassifizierte Straßen ist eine detaillierte Betrachtung der berücksichtigten Stoffe in Bild A1.2.5 a-f dargestellt. Die Frachten sind hierbei auf Basis von Teileinzugsgebieten zusammengefasst. Die Unterschiede bei den verschiedenen Parametern, mit Ausnahme des CSBs, sind nur von den angenommenen Konzentrationen abhängig. Die Berechnung der CSB-Frachten wurde mit von der Verkehrsbelastung abhängigen Konzentrationen durchgeführt.

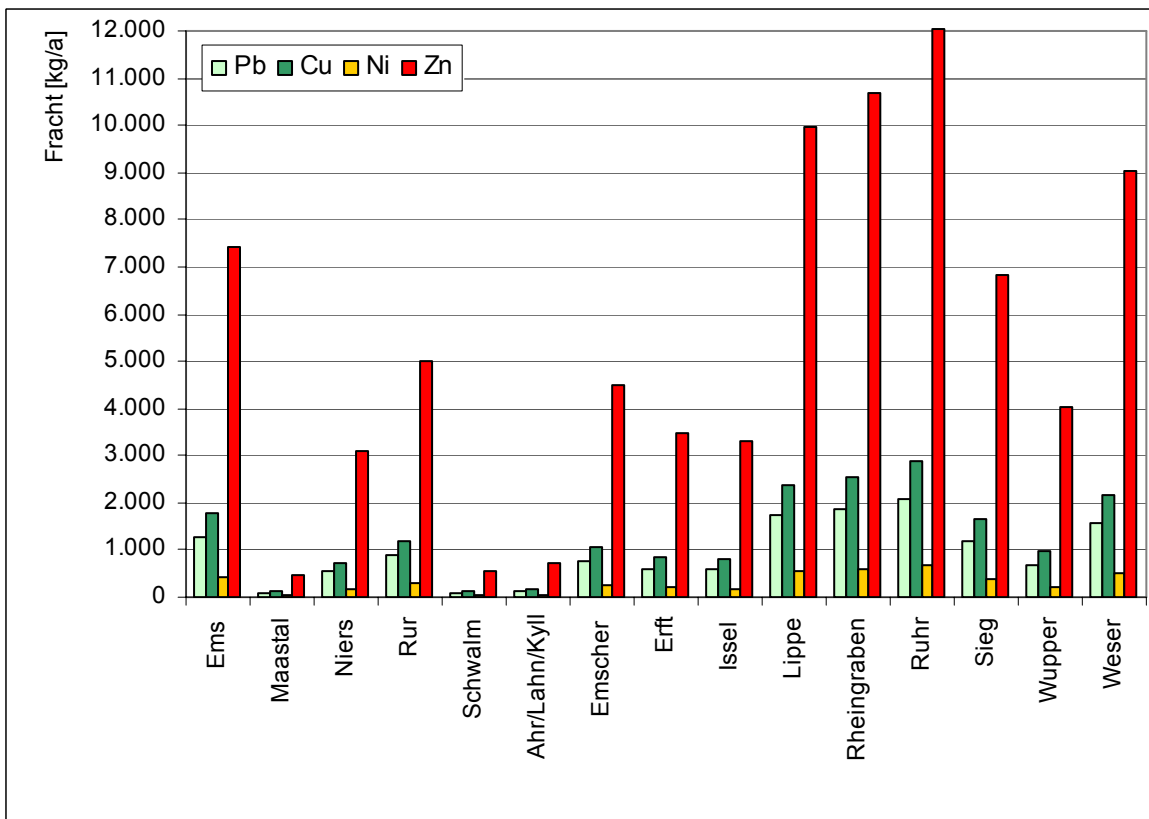
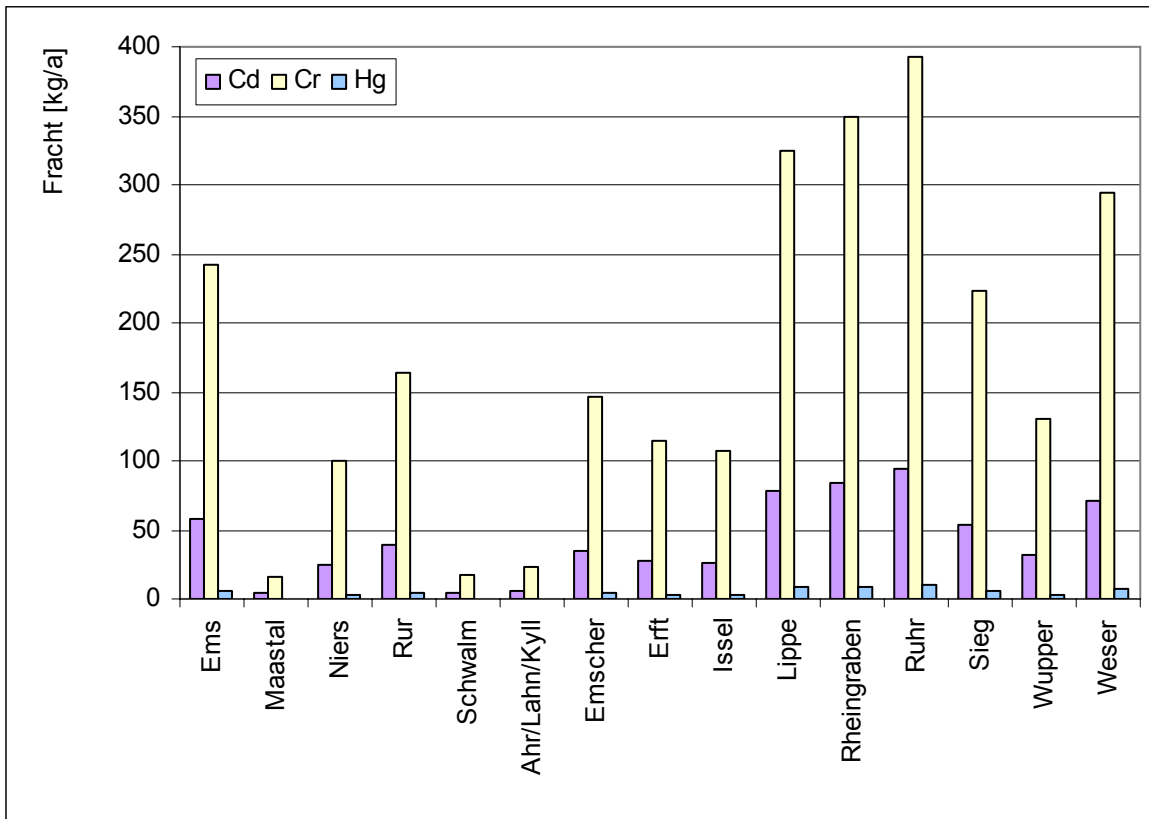


Bild A1.2.5 a/b: Stofffrachten von klassifizierten Straßen

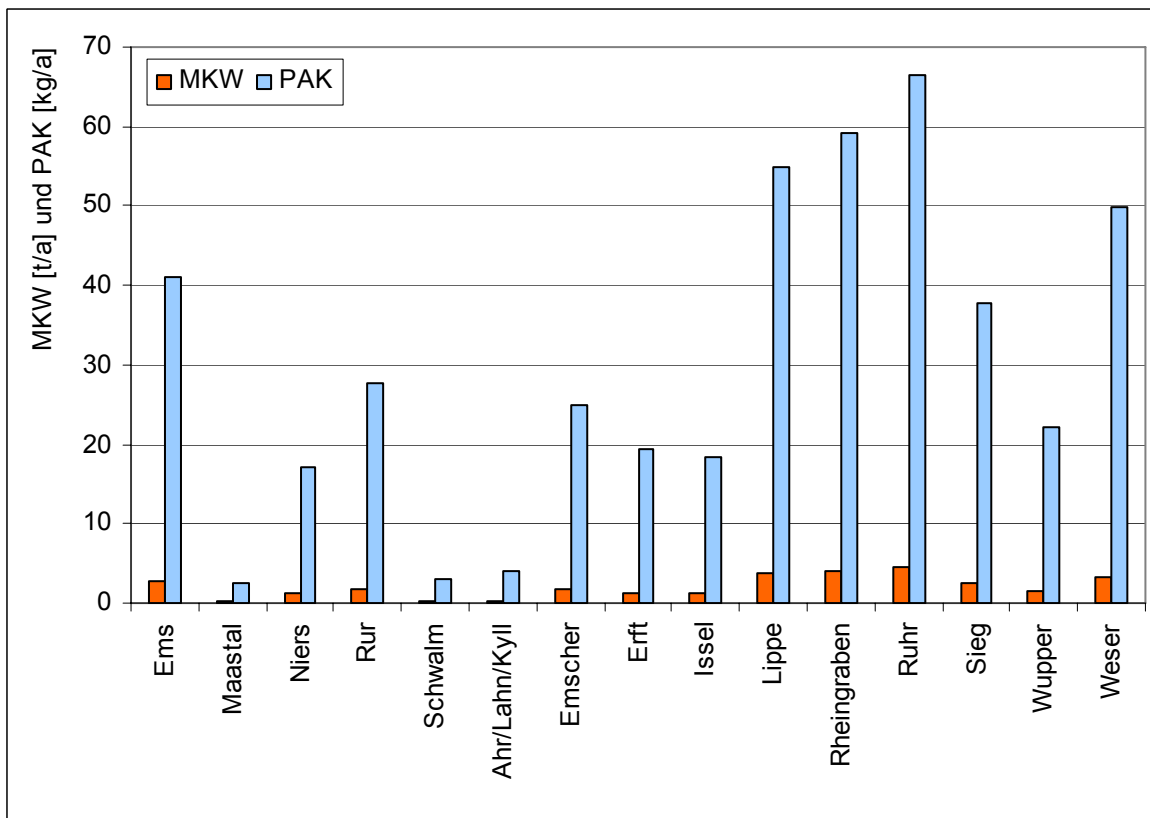
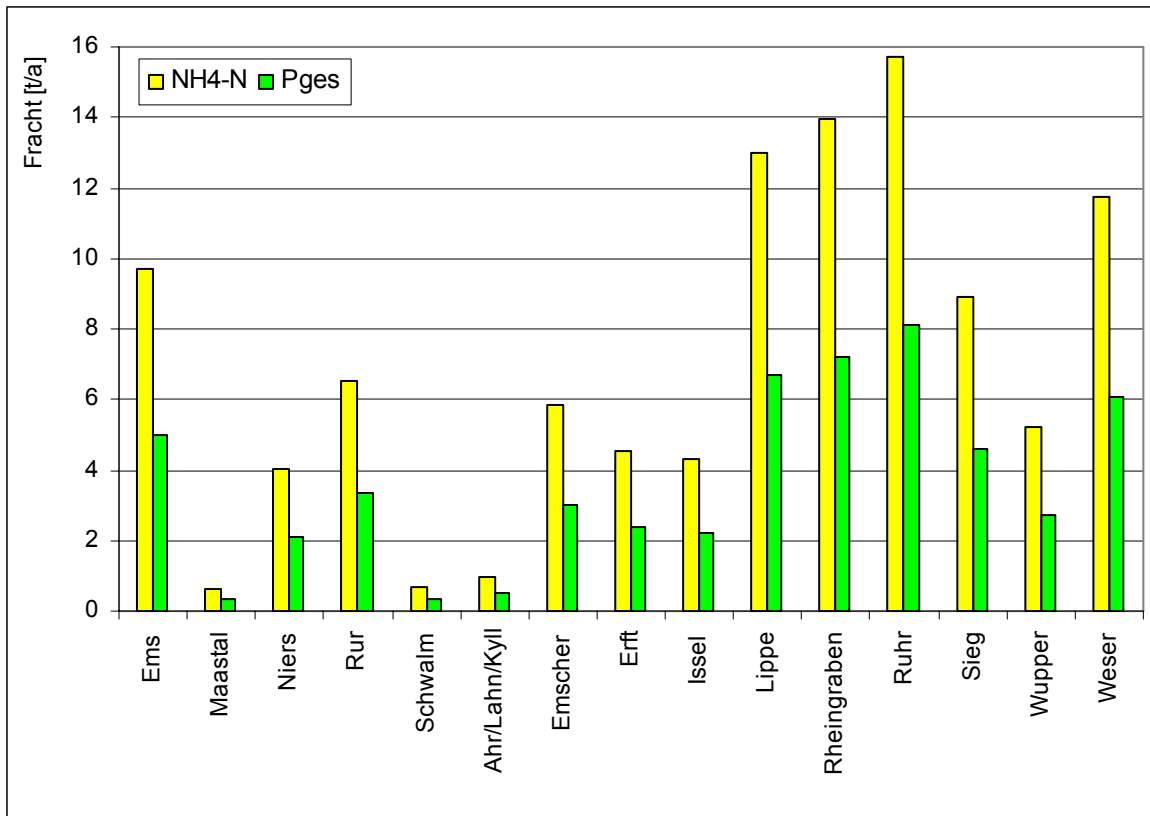


Bild A1.2.5 c/d: Stofffrachten von klassifizierten Straßen

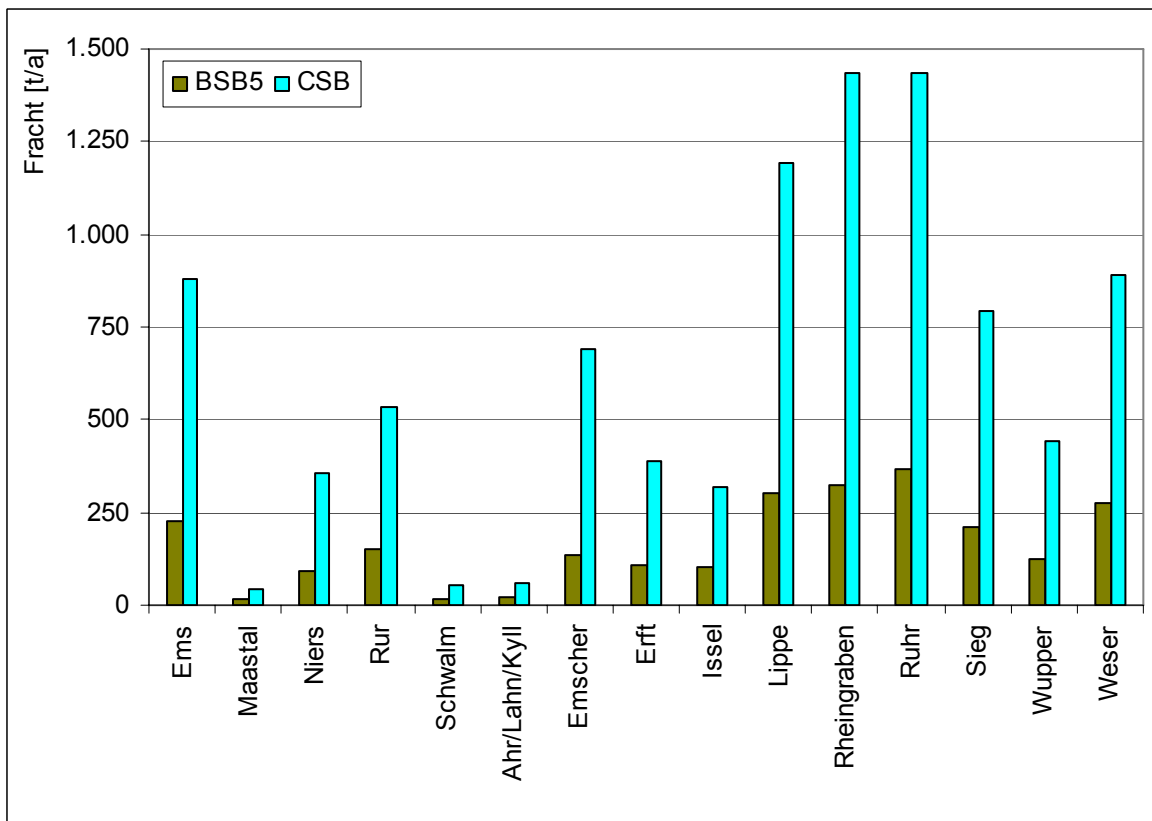
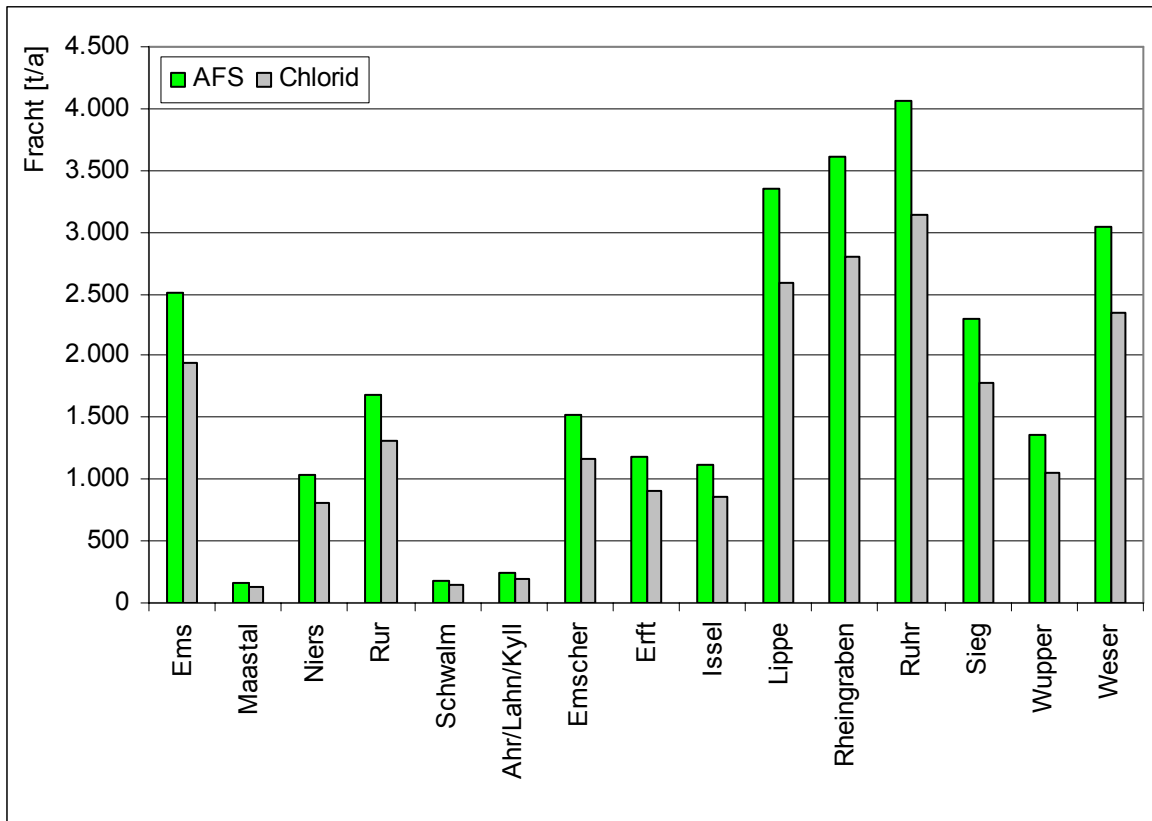


Bild A1.2.5 e/f: Stofffrachten von klassifizierten Straßen

Im Folgenden wird exemplarisch die Schwermetallfracht weiter betrachtet. Angenommen wurde dabei eine Gesamtkonzentration von 0,70 mg/l, die aus den Einzelkonzentrationen der berücksichtigten Schwermetalle resultiert. Für andere Stoffe, mit Ausnahme von CSB, verändert sich das Verhältnis der Frachten zueinander in den einzelnen Teileinzugsgebieten nicht. Die Verhältnisse der weiteren Betrachtung der Schwermetallfracht können folglich auf anderen Parameter übertragen werden.

Die Bilanzierung der Schwermetallfrachten zeigt, dass in NRW die höchsten Frachten von klassifizierten Straßen im Teileinzugsgebiet der Ruhr zu erwarten sind (Tabelle A1.2.7 und Bild A1.2.6). Sie resultieren aus dem relativ hohen Gebietsniederschlag und der großen versiegelten Straßenfläche. Weitere beträchtliche Frachten stammen von den Straßen in den Teileinzugsgebieten Rheingraben, Lippe und Weser. Deutliche Unterschiede bestehen beim Anteil der Frachten die außerhalb von Ortslagen entstehen. Im Gebiet der Emscher fallen nur 38 % der Frachten außerhalb von Ortslagen an, im Teileinzugsgebiet der Issel sind es dagegen

85 %.

Tabelle A1.2.7: Schwermetallfrachten von klassifizierten Straßen

Flusseinzugsgebiete	Fläche [ha]	Befestigte Fläche $A_{\text{red, Straße}}$ [ha]	Langjähriger Niederschlag h_{NA}^* [mm/a]	$VQ_{r, \text{Straße}}$ bei $\Psi_m = 0,7$ [m ³ /a]	$SF_{\text{Straße}}$ S-Metalle $c_r=0,70$ mg/l [kg/a]	$SF_{\text{Straße}}$ außerhalb Ortslagen [%]
Ems	413.494	2.820	819	16.160.113	11.231	80
Maas						
Maastal	29.485	163	898	1.027.565	714	78
Niers	133.775	1.247	768	6.701.808	4.658	78
Rur	208.780	1.704	912	10.873.108	7.557	70
Schwalm	25.438	218	764	1.165.296	810	76
Rhein						
Ahr/Lahn/Kyll	48.428	251	904	1.589.821	1.105	84
Emscher	85.959	1.636	853	9.768.710	6.789	38
Erft	180.008	1.580	688	7.604.329	5.285	82
Issel	218.311	1.366	752	7.195.717	5.001	85
Lippe	489.061	3.713	833	21.647.699	15.045	80
Rheingraben	331.885	3.730	891	23.274.264	16.176	63
Ruhr	448.944	3.199	1.170	26.206.119	18.213	66
Sieg	218.723	1.779	1.192	14.844.141	10.317	64
Wupper	82.812	969	1.288	8.732.774	6.069	53
Weser	497.322	3.323	843	19.600.016	13.622	68
Gesamt	3.412.425	27.699	910	176.391.481	122.592	69

* über die Straßenflächen gemittelter langjährige Niederschlag

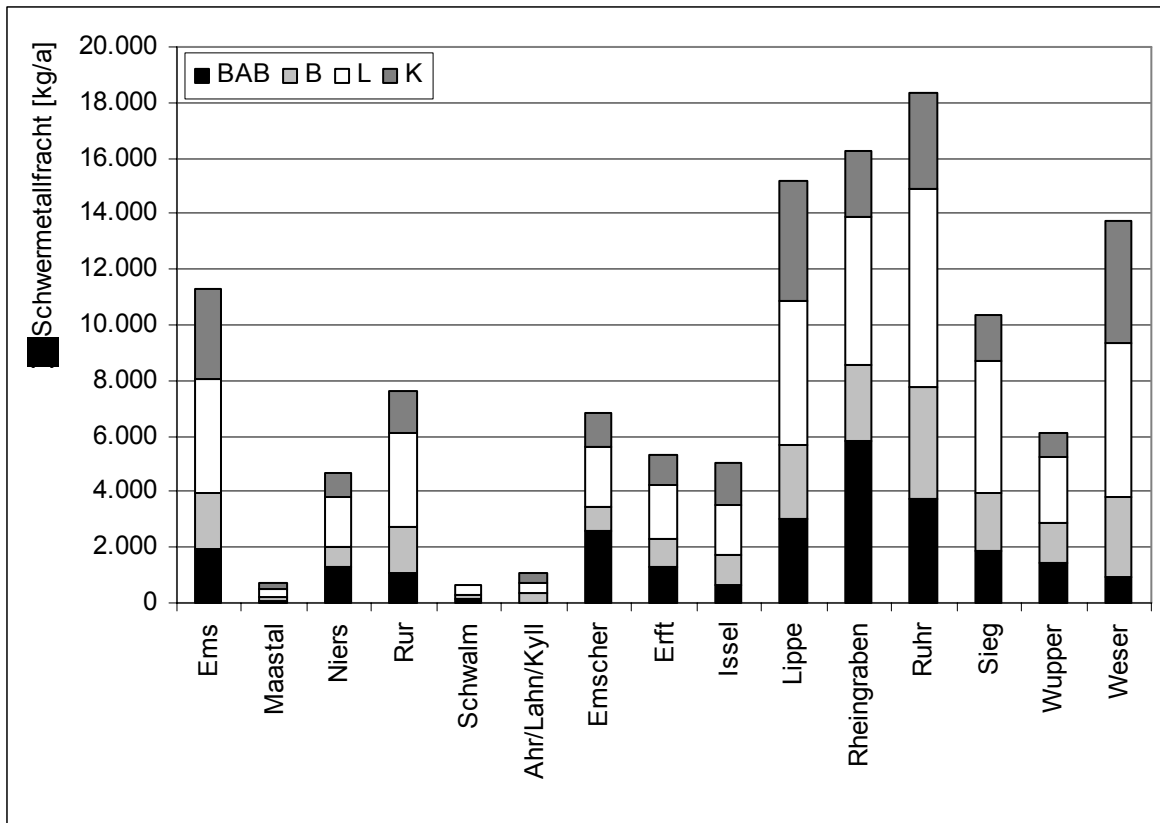
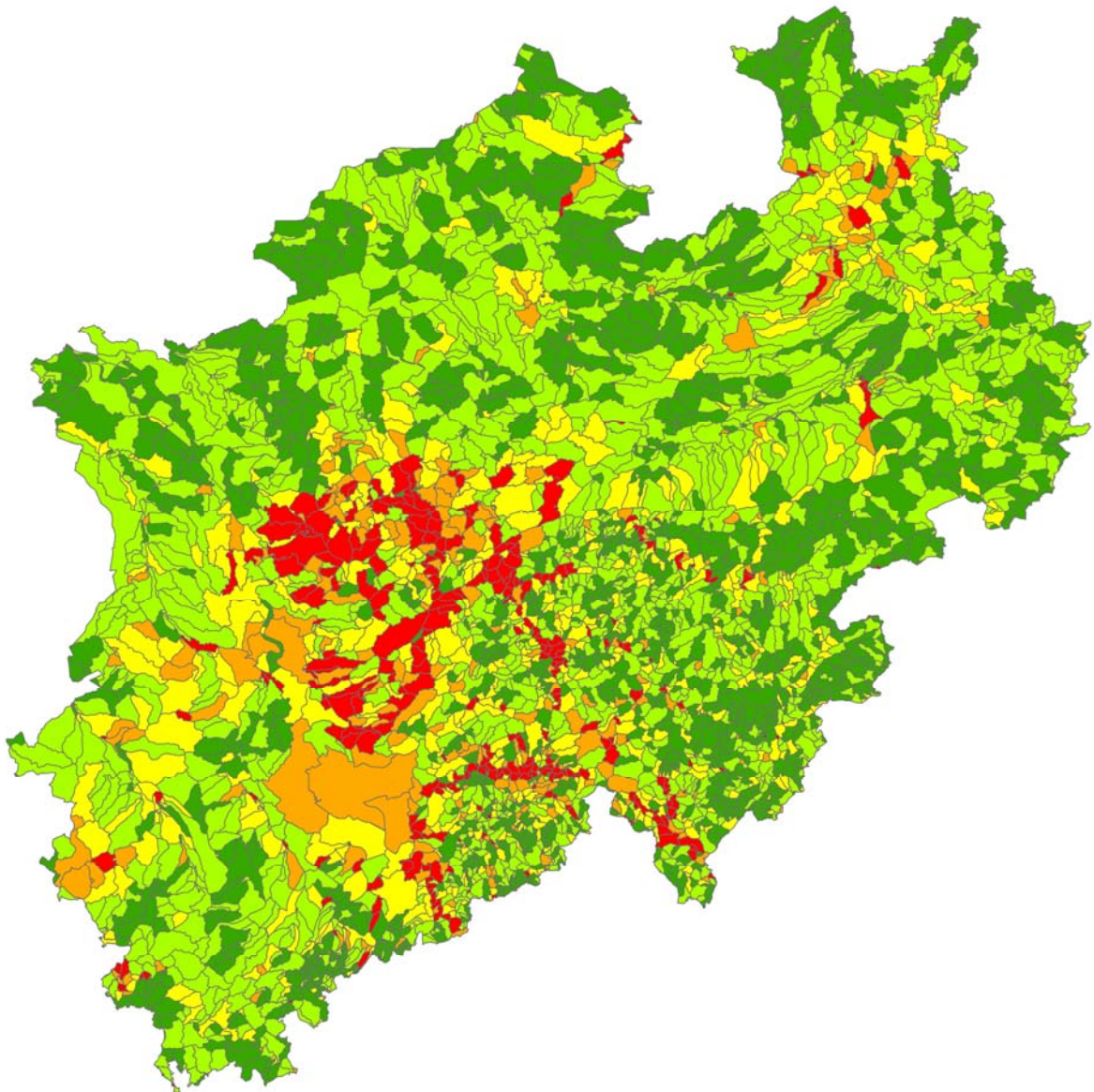


Bild A1.2.6: Σ -Schwermetallfrachten getrennt nach Straßentypen und Teileinzugsgebieten
 In Bild A1.2.6 sind die Schwermetallfrachten getrennt für die vier berücksichtigten Straßentypen dargestellt. Der höchste Anteil an der Gesamtfracht in den einzelnen Flussgebieten stammt von Landesstraßen, die mit 37% wesentlichen Anteil an der Fläche der klassifizierten Straßen besitzen. In den Teileinzugsgebieten Emscher und Rheingraben tragen jedoch auch Autobahnen einen erheblichen Anteil an der Gesamtemission bei.

Bild A1.2.7 zeigt die flächenspezifischen Frachten auf Ebene der Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25. Die Höhe der flächenspezifischen Frachten klassifizierter Straßen wird maßgeblich durch den Anteil der versiegelten Fläche in den Gewässereinzugsgebieten bestimmt. Die höchsten spezifischen Frachten wurden aufgrund des hohen Anteils an Straßenflächen in den Einzugsgebieten der Emscher ermittelt.

Die flächenspezifischen CSB-Frachten sind in Bild A1.2.8 abgebildet. Aufgrund der berücksichtigten Verkehrsbelastung ergibt sich dabei eine etwas andere Verteilung der flächenspezifischen Frachten. Hierbei tritt besonders der Einfluss von Autobahnen, für die in der Regel höhere Konzentrationen angenommen wurden, hervor. Besonders in kleinen Gewässereinzugsgebieten in denen sich Autobahnflächen befinden, ist teilweise eine deutliche Frachten-erhöhung gegenüber angrenzenden Einzugsgebieten zu erkennen.



	AFS [kg/(km²*a)]	Chlorid [kg/(km²*a)]	BSB ₅ [kg/(km²*a)]	NH ₄ -N [g/(km²*a)]	P _{ges} [g/(km²*a)]	MKW [g/(km²*a)]	PAK [g/(km²*a)]
■	0 – 465	0 – 360	0 – 42	0 – 1800	0 – 930	0 – 510	0 – 8
■	465 – 930	360 – 720	42 – 84	1801 – 3600	930 – 1860	510 – 1020	8 – 15
■	930 – 1395	720 – 1080	84 – 126	3601 – 5400	1860 – 2790	1020 – 1530	15 – 23
■	1395 – 1860	1080 – 1440	126 – 168	5401 – 7200	2790 – 3720	1530 – 2040	23 – 30
■	>1860	>1440	>168	>7200	>3720	>2040	>30

	Cd [g/(km²*a)]	Cr [g/(km²*a)]	Hg [g/(km²*a)]	Pb [g/(km²*a)]	Cu [g/(km²*a)]	Ni [g/(km²*a)]	Zn [g/(km²*a)]
■	0 – 11	0 – 45	0,0 – 1,2	0 – 240	0 – 330	0 – 78	0 – 1380
■	11 – 22	45 – 90	1,2 – 2,4	240 – 480	330 – 660	78 – 156	1380 – 2760
■	22 – 32	90 – 135	2,4 – 3,6	480 – 720	660 – 990	156 – 234	2760 – 4140
■	32 – 43	135 – 180	3,6 – 4,8	720 – 960	990 – 1320	234 – 312	4140 – 5520
■	>43	>180	>4,8	>960	>1320	>312	>5520

Bild A1.2.7: Frachten des Oberflächenabflusses klassifizierter Straßen in NRW bezogen auf die Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25

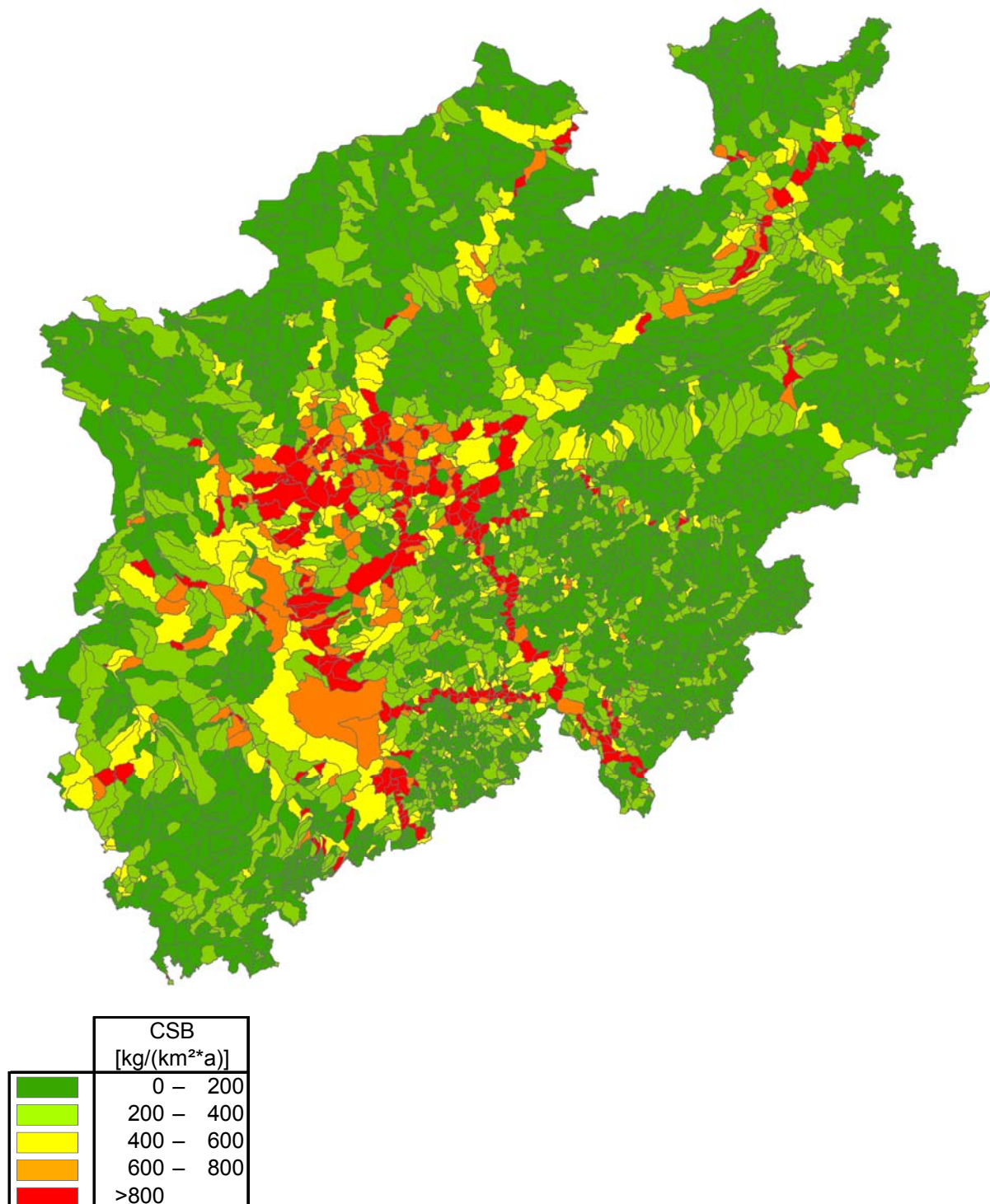


Bild A1.2.8: CSB-Frachten des Oberflächenabflusses klassifizierter Straßen in NRW bezogen auf die Gewässereinzugsgebiete nach GSK 25

Die abgeschätzten Emissionen stellen nicht die, durch das von Straßenoberflächen abfließende Oberflächenwasser, tatsächlich eingetragenen Stofffrachten in die Gewässer dar. Die angegebenen Frachten beziehen sich nur auf das abfließende Oberflächenwasser. Aufgrund fehlender, flächendeckend verfügbaren Daten zur Art der Straßenentwässerung und evtl. vorhandenen Behandlungsmaßnahmen ist eine verlässlichere Aussage für NRW derzeit noch nicht möglich. Eine Abschätzung, welcher Anteil des von Straßenoberflächen abfließenden Niederschlagswassers versickert bzw. in Oberflächengewässern eingeleitet wird, ist

mit der derzeitigen Datenlage noch nicht realisierbar. Folglich ist eine Quantifizierung der tatsächlich in Oberflächengewässer eingeleiteten Fracht, unter Berücksichtigung vorhandener Anlagen zur Reduzierung des Schadstoffeintrages, zurzeit nicht möglich.

Nicht Bestandteil der Bilanzierung waren über andere Pfade in die Gewässer eingetragene verkehrsbürtige Emissionen. Insbesondere partikuläre Stoffe und Stäube können durch Wind verfrachtet und über andere Wege in die Gewässer eingetragen werden.

A 1.3 Auswirkungen von Straßenabflüssen auf Oberflächengewässer

Nach Merkblatt BWK-M3 wird zwischen hydraulischer und stofflicher Belastung bei Niederschlagswassereinleitungen in Oberflächengewässer unterschieden. Nach Tabelle A1.3.1 werden dabei abhängig von der Gewässersituation akute und verzögerte Wirkungen sowie Langzeitwirkungen unterschieden.

Tabelle A1.3.1: Gefährdungspotenzial von Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung der Gewässerempfindlichkeit (BWK (2001))

Legende:

- nicht relevant
- + relevant
- ++ sehr relevant;
- +++ dominierend;
- () situationsabhängig

Gewässergröße	Lage des Einzugsgebietes	Akute und verzögerte Wirkungen			Langzeitwirkungen		
		hydr. Stress / Geschiebeumlagerungen	O ₂ -Defizit	NH ₃ - N Toxizität	morphologische Schädigung	Nährstoffe / Eutrophierung	stoffliche Einflüsse
Bäche / kleine Flüsse A _{Eo} < 500 km ²	Mittelgebirge (steil)	++ (+)	(+)	(+)	+ (+)	(+)	(+)
	Tiefland (flach)	+ (++)	(++)	(++)	++ (+)	(+)	+ (+)
	gestaut / stauge-regelt	+	+	(+)	(+)	+ (+)	+ (+)
Flüsse / Ströme A _{Eo} > 500 km ²	Mittelgebirge (steil)	-	-	-	(+)	(+)	(+)
	Tiefland (flach)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	(++)
	gestaut / stauge-regelt	-	(+)	+	(+)	+ (+)	+ (++)

Die Auswirkung der hydraulischen Belastung ist in Kapitel 2 dargestellt. Auf wesentliche Punkte bei der stofflichen Belastung wird nachfolgend eingegangen.

A 1.3.1 Akute und verzögerte Wirkungen
Ammoniaktoxizität:

Ammoniak kann akut toxisch auf die Gewässerbiozönose wirken. In den Regenabflüssen von Straßen ist Ammonium enthalten, das in einem chemischen Gleichgewicht zum Ammoniak steht. Zu welchen Teilen sich das Ammoniak nach der Einleitung im Gewässer bildet, hängt vom pH-Wert ab. Ob es durch eine Einleitung zu einer akuten Ammoniaktoxizität kommt, hängt u.a. von der Belastungsdauer, Temperatur, Sauerstoffversorgung und der untersuchten Art ab (u.a. LAMMERSEN (1997)).

Zur Bewertung der Ammoniaktoxizität existiert nach Merkblatt BWK-M3 ein immissionsorientiertes Nachweisverfahren, bei dem eine Ammoniakkonzentration von 0,1 mg/l NH₃-N im

Gewässer als kritisch angesehen wird. Für eine detaillierte Nachweisführung der Ammoniaktoxizität werden Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte von BWK (2006) vorgeschlagen, die sich für Mittelgebirgs-/Tieflandgewässer und Großsalmoniden-Laichgewässer des Mittelgebirges unterscheiden. Nach Merkblatt BWK-M3 ist die Wahrscheinlichkeit von toxischen Ammoniakkonzentrationen bei der Einleitung von Straßenabflüssen insgesamt gering.

Sauerstoffdefizit:

Durch die Einleitung von sauerstoffzehrenden Stoffen kann es im Gewässer durch Sauerstoffmangel zu akut letalen Wirkungen bei der Gewässerbiozönose kommen. Ob geringe Sauerstoffkonzentrationen zu einer akuten Schädigung führen hängt von der Belastungsdauer, der Temperatur und der untersuchten Art ab (u.a. LAMMERSEN (1997)).

Mit dem genannten Nachweisverfahren des Merkblatt BWK-M3 ist eine Bewertung der Sauerstoffkonzentrationen möglich. Dabei wird eine Unterschreitung der Sauerstoffkonzentration von 5 mg/l O₂ im Gewässer als kritisch angesehen. Für eine detaillierte Nachweisführung der Sauerstoffkonzentration werden Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte von BWK (2006) vorgeschlagen, die sich für Mittelgebirgsgewässer, Großsalmoniden-Laichgewässer des Mittelgebirges und Tieflandgewässer unterscheiden.

Welchen Einfluss die über den Straßenabfluss eingeleiteten sauerstoffzehrenden Stoffe auf die Sauerstoffkonzentration im Gewässer haben, hängt von den örtlichen Verhältnissen (Vorbelastung des Gewässers, Wiederbelüftungsrate, Abbaurate für die organ. Substanz) ab. Nach derzeitigem Kenntnisstand treten kritische Sauerstoffkonzentrationen bei der Einleitung von Straßenabflüssen üblicherweise nicht auf.

Temperaturbeeinflussung:

Zu Beginn eines Regenereignisses kann es durch die Einleitung von Straßenabflüssen zu einer plötzlichen Temperaturerhöhung im Gewässer kommen, die schädlich für die Biozönose sein kann. Dies kann hauptsächlich im Sommer der Fall sein, wenn durch starke Sonneneinstrahlung die Temperatur der Straßenoberfläche hoch ist und das Gewässer einen geringen Wasserstand aufweist (ROSSI (2004)). Aus diesem Grunde sind Temperaturkriterien für eine immissionsorientierte Bewertung von Einleitungen in der EG-Fischgewässerrichtlinie (78/659/EWG) nach Tabelle A1.3.2 festgelegt worden.

Nach einer Untersuchung aus der Schweiz ist der Einfluss von Temperaturänderungen durch Trennsystemeinleitungen auf Wirbellose eher gering. Problematisch können Einleitungen für Forellen werden, wenn z.B. die Einleitung in relativ kalte Gewässer erfolgt, die durch Quellen oder Grundwasser gespeist werden. Der Regenabfluss weist dabei unter „normalen“ Bedingungen (Regen von einstündiger Dauer, zweijährliche Periodizität) Temperaturen von weniger als 21 – 22 °C auf, wenn der Bewertungsraum auf dem gleichen Breitengrad wie die Schweiz oder nördlicher liegt. Unter außergewöhnlichen Bedingungen können aber auch Temperaturen von bis zu 29 °C erreicht werden. (ROSSI (2004))

Tabelle A1.3.2: Thermische Grenzbelastung, EG-Fischgewässerrichtlinie (78/659/EWG)

Kriterium	Grenzbelastung	
	Cypridengewässer	Salmonidengewässer
maximale Jahrestemperatur	> 28 °C	> 21,5 °C
maximale Wintertemperatur (nur soweit winterlaichende Arten vertreten)	> 10 °C	> 10 °C
maximale Aufwärmung durch Einleitung	> 3 K	> 1,5 K

A 1.3.2 Langzeitwirkungen

Eutrophierung:

Durch Straßenabflüsse werden auch Nährstoffe in die Gewässer eingetragen. Diese können zu einer vermehrten Entwicklung der Produzenten beitragen (Eutrophierung). Durch vermehrten Abbau der Biomasse kommt es zu einer Sauerstoffzehrung. Überschreitet diese Zehrung einen kritischen Wert, so treten vermehrt anaerobe Fäulnisprozesse auf, die die natürliche Biozönose zerstören. Der Umfang der Primärproduktion der Produzenten hängt im Wesentlichen vom Angebot an Licht und an Nährstoffen ab. Der im Verhältnis zu allen anderen Nährstoffen in geringster Menge vorhandene Nährstoff begrenzt die Primärproduktion. Dieser Minimumfaktor ist in der Regel Phosphor. Eine ausführliche Darstellung der Eutrophierungsproblematik ist in HAMM et al. (1991) gegeben. Nach Tabelle 1 ist insbesondere bei gestauten und staugeregelten Gewässern der Einfluss der Niederschlagswassereinleitung in Bezug auf die Eutrophierung relevant. Dies sind nach BWK (2006) insbesondere natürliche Seen, Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken im Dauerstau und staugeregelte Gewässer mit überwiegenden Abflussanteilen aus niederschlagsbedingten Einleitungen.

Verschlämmung:

Der Eintrag von Feststoffen in die Gewässer stellt eine Belastung dar. Durch den Transport im Wasser erhöht sich die Schwebstoffkonzentration in der fließenden Welle, die zu Stressmomenten bei Fischen und Kleinlebewesen führt und ein erhöhtes Driftverhalten bewirkt (BUCHER 2001). Durch ständigen Transport erheblicher Mengen feinkörnigen Materials werden Fangnetze, die manche ortsfeste niedere Tiere zum Nahrungserwerb bauen, verstopft und damit unwirksam. Der verstärkte Schwebstofftransport führt daher zum Verschwinden dieser Organismen. Weiterhin kann es durch Eintrag und Ablagerung von Feinsedimenten zu einer Verschlämmung / Kolmation des Lückensystems (hyporheische Interstitial) unter der Gewässersohle kommen. Dies führt zu einem Verlust von Laichplätzen für kieslaichende Fische und insgesamt zu einer Verarmung der Lebensgemeinschaft (u.a. BRUNKE (2001), BORCHARDT et al. (2001), BUCHER (2002)).

Für den Reproduktionserfolg von Salmoniden sind nach MOLLS et al. (2002) neben der Verringerung der Durchflussraten im Interstitial durch Verschlämmung / Kolmation noch weitere Faktoren von Bedeutung. Dazu gehören erhöhte Sauerstoff-Zehrungsraten im Interstitial durch übermäßige Zufuhr gelöster und partikulärer organischer Substanz, Verringerung der Durchflussraten im Interstitial durch Eutrophierung des Gewässers (u.a. Algenteppeich auf

dem Gewässergrund), Einschränkung der Umlagerungsdynamik von Kiesbänken durch technischen Gewässerausbau (Ausfall der natürlichen „Kiesreinigung“) und akute oder chronische Einflüsse durch wasserchemische Belastungen. Bezogen auf den Einflussfaktor Verschlammung / Kolmation erfolgt für das Einzugsgebiet der Bröl (Zufluss zur Sieg) eine Bilanzierung des AFS-Eintrags in das Gewässer, bei dem die Haupteintragspfade über Gründland bzw. Abflüsse aus Trennsystemen erfolgen, wobei auch direkte Abflüsse von Straßen zur Belastung beitragen (MOLLS et al. (2002)).

Eine Ableitung allgemein gültiger Fracht- oder Konzentrationsgrenzwerte für den Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen im Gewässer ist nach Merkblatt BWK-M 3 derzeit jedoch nicht möglich. Wegen der besonderen Bedeutung werden jedoch für Großsalmoniden-Laichgewässer von BWK (2006) Grenzwerte für AFS-Konzentrationen im Gewässer vorgeschlagen, die für Abflüsse \leq MQ gelten und auf Dauer-Häufigkeitsstufen beschränkt sind, die für Niederschlagswassereinleitungen relevant sind.

Schwermetalle:

(Nachfolgende Ausführungen sind größtenteils zitiert aus UHL et al. (2005))

Straßenabflüsse tragen zu einem wesentlichen Teil zum Eintrag von Schwermetallen in Gewässer bei. Dabei kann es sowohl zu Langzeitwirkungen als auch zu akuten Wirkungen kommen.

Nach Tabelle 1 ist bei den Langzeitwirkungen die Akkumulation im Gewässer von Bedeutung. Bezogen auf die Einleitungen ist damit die Jahresfracht relevant. Dies zeigen auch Untersuchungen von Sedimentproben aus Fließgewässern mit weitgehend standardisierten Biotests, bei denen die Biotestergebnisse mit der Schwermetallbelastung der Sedimente signifikant positiv korreliert ist (DUFT et al. (2003)).

Darüber hinaus können im Einzelfall auch ereignisbezogene Konzentrationen von Relevanz sein. Abflüsse geringer Niederschläge bewirken im Einleitungsbereich eine Ansammlung schwermetallangereicherter Sedimente, die bei höheren Abflüssen resuspendiert und als Welle stromab transportiert werden. Dabei können starke Schwankungen der Schwermetallkonzentrationen im Gewässer auftreten. Der pH-Wert und Härte beeinflussen die Löslichkeit der meist partikulär eingetragenen Schwermetalle und dadurch gegebenenfalls ihre Mobilität. Die Bioverfügbarkeit der Schwermetalle wird dadurch bestimmt, ob sie in gelöster Form oder über die sedimentgebundene Nahrungskette in die Organismen gelangen können und in welchem Maße es dort zu einer Anreicherung kommt.

Die Auswirkungen auf die aquatische Lebensgemeinschaft hängen ab von:

- dem jeweiligen Schwermetallelement
- der Konzentration (gelöst oder partikulär)
- der Form, in der das Schwermetall vorliegt (gelöst, in Ionen-Form, partikulär als unlösliches Salz oder adsorbiert an Partikel (z.B. Tonminerale); als Organo-Schwermetall oder angereichert in der Biomasse (z.B. in Fettgeweben))
- der Empfindlichkeit der einzelnen Arten gegenüber dem jeweiligen Schwermetall
- der Dauer und Häufigkeit der Exposition.

Als ökologisch bedeutsam sind vor allem erhöhte **Kupfer**konzentrationen anzusehen. Kupfer-Ionen wirken in hohem Maße algizid und schädigen hierdurch das Phytobenthos in

Abundanz und Zusammensetzung. Kupfer-Ionen können jedoch auch auf die aquatische Fauna z.T. direkt toxisch wirken. So reagieren nach GÜVEN et al. (1999) besonders Bachflohkrebse (Gammaridae) sehr empfindlich auf Kupfergehalte. Der LC₅₀ dieser Art liegt bei 0,1 ppm Kupfer. Bachflohkrebse nehmen in Bachoberläufen, in denen auf Grund ungünstiger Verdünnungsverhältnisse besonders mit kritischen Kupfer-Konzentrationen zu rechnen ist, eine Schlüsselstellung im Ökosystem ein.

Zink, das ebenfalls häufig in Straßenabläufen in erhöhter Konzentration nachgewiesen wird, verhält sich ähnlich wie Kupfer, jedoch liegen hier die biologisch kritischen Konzentrationen höher MALTBY/NAYLOR (1990).

Neben der direkten Wirkung von Schwermetall-Ionen muss für die Abschätzung der biologischen Bedeutung auch eine mögliche bakterielle Umsetzung mit berücksichtigt werden. Bakterien sind, vor allem an der Grenzschicht zwischen aeroben und anaeroben Bedingungen, in der Lage, einige Schwermetalle zu alkylieren. Die entstehenden Organoschwermetallverbindungen sind in der Regel um ein vielfaches toxischer als das entsprechende anorganische Schwermetall-Ion. Ausführlich sind Bildung und Toxizität der Organosilber-Verbindungen untersucht (MADSEN/BENOIT (2003)). Aber auch **Blei** kann bakteriell alkyliert werden und z.B. als Triethyl-Blei über mehrere Monate stabil bleiben. Organoblei-Verbindungen können auf verschiedenen Stoffwechselwegen in tierischen und pflanzlichen Organismen umgesetzt werden. Bei Tieren und Menschen erfolgt häufig eine rasche Ausscheidung über den Urin. Jedoch kommt es zu Anreicherungen in Nieren, Leber und Gehirn. Konzentrationen von 0,33 mg/l Organoblei-Verbindung reduzieren das Zellwachstum von Grünalgen um 32 – 85 % (JOSHINAGA (2003)).

In Tabelle A1.3.3 sind die Qualitätsziele zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für ausgewählte Schwermetalle nach MUNLV (2003) aufgeführt.

Tabelle A1.3.3: Beurteilungsgrundlage für den ökologischen Zustand (Chemie) (MUNLV (2003))

Substanz ¹⁾	Bei Überschreitung	
	gefährdet mg/kg	möglicherweise gefährdet mg/kg
Chrom	640 ²⁾	320 ²⁾
Kupfer	160 ²⁾	80 ²⁾
Zink	800 ²⁾	400 ²⁾
Zinn	20 ³⁾	10 ³⁾

1) Stoffe der Liste II der Richtlinie 76/464/EWG

2) Entwurf MusterVO, Anhang 4, Nr. 2

3) Bericht der Bundesrepublik Deutschland zur Durchführung der Richtlinie 76/464/EWG und Tochterrichtlinien betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft für den Zeitraum 1999-2001

Chlorid:

Chloride sind in fast allen Binnengewässern enthalten und in geringen Konzentrationen für die aquatische Biozönose unbedenklich. Nach Angaben der LAWA (zitiert in MUNLV/LUA (2000)) werden Fließgewässer mit Chloridkonzentrationen von 50 - 100 mg/l als gering belastet eingestuft werden. Bei Chloridkonzentrationen von 200-400 mg/l sind bereits Änderungen der Besiedlung festzustellen, während sich bei Chloridkonzentrationen von 400 – 1000

mg/l nur noch Biozönosen entwickeln, die hinsichtlich Artenzusammensetzung und Artenzahl merklich reduziert sind. Nach MUNLV/LUA (2000) wirken sich kurzfristige und größere Schwankungen des Salzgehaltes besonders nachteilig auf die osmotische Regulation der aquatischen Biozönose aus. Angaben zur nachteiligen Dosis werden jedoch nicht gemacht.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):

Nach einer Zusammenstellung von HARITOPOULOU (1996) ist die stark karzinogene Wirkung an Tieren mit Mutagenitätstests gegenüber einigen der PAK nachgewiesen. Bei aquatischen Organismen, die sich in PAK beladenen Sedimenten aufhalten, findet eine Bioakkumulation der PAK statt. Eine dadurch bedingte empfindliche, subletale Störung der Organismen kann jedoch nicht nachgewiesen werden. Dies zeigen auch Untersuchungen von Sedimentproben aus Fließgewässern mit weitgehend standardisierten Biotests, bei denen die Biotestergebnisse mit der PAK-Belastung der Sedimente nicht korreliert sind (DUFT et al. (2003)). Aufgrund ihrer karzinogenen Wirkung sind einige der PAK in die Liste prioritärer Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie (Anhang X) aufgenommen.

A 1.4 Auswirkungen im Grundwasser

Die auf Straßen anfallenden Stoffe gelangen über den Wasserpfad oder den Luftpfad auf Böden und in Entwässerungsanlagen. In den in Kapitel 1.3 beschriebenen Belastungsbereichen unterliegen diese Stoffe auf dem Wege von der Erdoberfläche zum Grundwasser den Rückhalte- und Umwandlungsprozessen des Untergrundes. Darunter sind natürliche Vorgänge zusammengefasst, die aus Wechselwirkungen zahlreicher physikalischer, chemischer und biologischer Reaktionen bestehen und die durch Transportvorgänge und die ortsspezifischen Bedingungen wesentlich beeinflusst werden. In der wasserungesättigten Zone dominieren Filtration, Sorption, Ionenaustausch und biologischer Abbau, s. Bild A1.4.1.

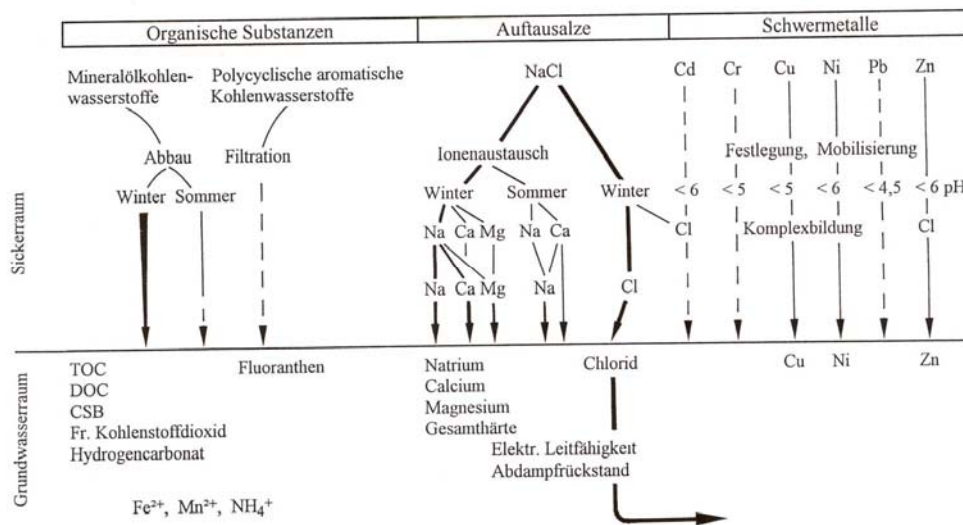


Bild A1.4.1: Verhalten straßenspezifischer Stoffe im Untergrund (GOLWER (1995))

Der Filtration unterliegen nur ungelöste Stoffe bzw. Stofffraktionen. Unter den straßenspezifischen Stoffen liegen z. B. die PAK und etliche Schwermetalle im Regenabfluss zu wesentlichen Anteilen in der an mitgeführten Feinstpartikeln adsorbierten Form vor (GOLWER/SCHNEIDER (1983)).

Filtrationsvorgänge finden bei der Regenwasserversickerung vor allem an der Oberfläche und in den oberen Zentimetern des Bodens statt und können für den Stoffrückhalt im Boden sehr bedeutsam sein. Dabei spielt die Ablagerung auf der Oberfläche (äußere Kolmation) eine größere Rolle als der Eintrag in den Untergrund (innere Kolmation). Die abgelagerten Stoffe bestehen nach GOLWER (1995) vorwiegend aus Verbindungen des Siliciums, Aluminiums, Eisens sowie der Alkalien und Erdkalien. Diese Sedimente bilden gute Filter- und Sorptionsmöglichkeiten für anorganische straßenspezifische Spurenstoffe (Schwermetalle) und organische Verbindungen (z. B. PAK).

Die Sorption an festen Bodenbestandteilen wird allgemein als der wichtigste Prozess bei der Immobilisierung von Schwermetallen und vielen organischen Spurenstoffen im Boden betrachtet. Als Sorbenten fungieren dabei sowohl für Schwermetalle als auch für organische Stoffe vor allem drei Fraktionen innerhalb der festen Bodensubstanz:

- Tonminerale
- Sesquioxide
- organische Substanz.

Hierbei stellt der humose Oberboden die entscheidende Barriere gegen das Eindringen der Stoffe in das Grundwasser dar. Als Grund für die hohe Adsorptionskapazität der Huminstoffe gegenüber vielen organischen Chemikalien ist insbesondere die große spezifische Oberfläche zu nennen.

Die wichtigste Einflussgröße auf die Mobilität von Schwermetallen im Boden ist der pH-Wert. Je niedriger der pH-Wert, desto geringere Schwermetallfrachten können im Boden adsorbiert werden.

Trotz der sauren Niederschläge ist i. A. der pH-Wert des Niederschlagsabflusses durch die puffernde Wirkung der Straßenoberflächen (insbesondere bei Betonstraßen) nahe dem neutralen Bereich. Dies gilt auch für die Böden im Straßenrandbereich, so dass eine Mobilisierung der Schwermetalle durch saure Niederschläge unwahrscheinlich ist. Durch die Bildung von Chloro-Komplexen (Einsatz von Tausalzen) kann es zu einer Zunahme der Mobilität von Cadmium, Zink und Blei kommen.

Der Abbau von organischen Stoffen wird vor allem durch die Temperatur und den Wasser- und Lufthaushalt der Böden bestimmt. So geschieht der Abbau im Sommer durch die höheren Luft- und Bodentemperaturen deutlich schneller als im Winter. Im Winter sind daher häufiger Ölschlieren im Straßenseitenbereich und in Entwässerungsanlage zu beobachten (GOLWER (1995)).

Durch eine Vielzahl von Untersuchungen ist belegt, dass in der Regel nur gelöste Stoffe das Grundwasser erreichen. Partikuläre Stoffe des Straßenabflusses, z. B. Gummiabrieb, und an ihnen sorbierte Substanzen, z. B. polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), werden dagegen durch die mechanische Filterwirkung des Bodens und durch Sorption in den oberflächennahen Schichten zurückgehalten. Diese Rückhaltung ist besonders wirkungsvoll an bewachsenen Seitenstreifen, Mulden und Böschungen und führt zur Anreicherung straßenspezifischer Substanzen in Böden und in Sedimenten von Entwässerungsanlagen (GOLWER/ZEREINI (1998)).

Das Oberflächenwasser von Straßen beeinflusst vor allem durch Auftausalze und die hierdurch ausgelösten Reaktionen die Beschaffenheit des Grundwassers. Von allen anorganischen straßenspezifischen Stoffen wirken die Cl-Ionen im Grundwasserunterstrom am weitesten. Daher ist in Gebieten mit winterlichen Streueinsätzen mit Taumitteln das Chlorid ein straßenspezifischer Leitparameter. Hierbei zeigt die Chloridbelastung des Grundwassers einen deutlichen jahreszeitlichen Gang mit erhöhten Werten in den Monaten Februar, März und April sowie geringeren im Oktober und November (GOLWER (1995)). Die durch Tausalze verursachten Chloriderhöhungen können in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenhei-

ten einige mg/l bis etwa 3.000 mg/l Cl⁻ erreichten. Abhängig von der Mächtigkeit und Durchlässigkeit des Grundwasserleiters sowie vom Grundwassergefälle erfolgt eine mehr oder weniger schnelle Verdünnung des Chlorides auf dem Fließweg im Grundwasser. Ein Beispiel für Chloridgehalte im Grundwasser im Einflussbereich einer Bundesstraße zeigt das Messprofil in Bild A1.4.2.

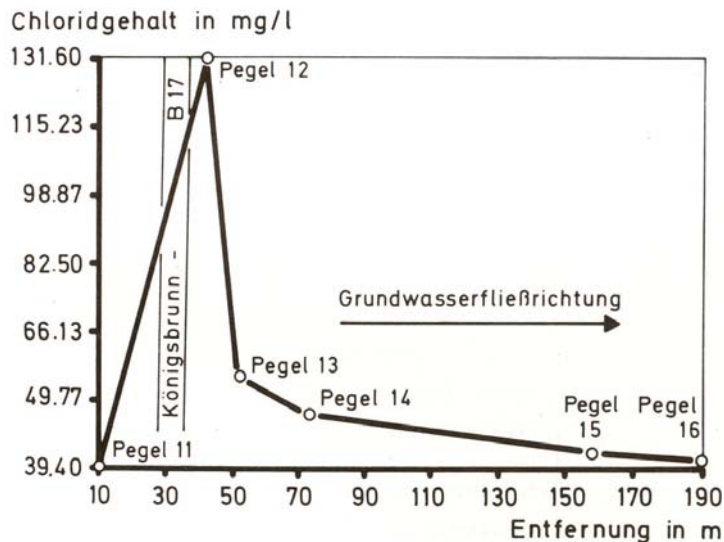


Bild A1.4.2: Längsprofil des Chloridgehaltes im Grundwasser im Entwässerungsbereich der B 17 (BISCHOFBERGER (1983)).

Das vom Tausalz stammende Natrium kann im Grundwasser auch zeitweilig erhöht sein. Im Gegensatz zu den Chloridionen erfolgt bei den Natriumionen auf dem Wege zum Grundwasser vor allem in den oberflächennahen Schichten ein Kationenaustausch (Na gegen Ca und Mg), der die Calcium- und Magnesiumwerte auch zeitweilig erhöht.

Neben den Chlorid-, Natrium, Calcium- und Magnesiumwerten sowie der Gesamthärte und der elektrischen Leitfähigkeit können im Grundwasser der gelöste organisch gebundene Kohlenstoff (DOC) sowie als Folge von Stoffumwandlungen und Sekundärreaktionen auch die Konzentrationen von Ammonium, Eisen, Mangan und Hydrogencarbonat erhöht sein. Erhöhte Nitrat- und Sulfatwerte sind dagegen nicht typisch für Straßenabflüsse, sondern deuten auf andere anthropogene Belastungsherde hin, z. B. auf Düngung. Im Versickerungsbereich der Abflüsse von sehr stark befahrenen Straßen kann das Grundwasser im Vergleich zum Oberstrom zeitweilig erhöhte Konzentrationen an Bor sowie an Mineralölkohlenwasserstoffen, anionaktiven Tensiden und Phenolen und im Spurenbereich auch andere straßenspezifische, organische Substanzen enthalten.

Von den umweltrelevanten straßenverkehrsspezifischen Schwermetallen Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink erreichen in der Regel nur an sehr stark befahrenen Straßen Zink, Nickel und Kupfer in erhöhten Konzentrationen das Grundwasser (GLOWER (1995)).

Bekannt ist, dass die Konzentrationsverteilung über die Höhe des Grundwasserleiters nicht konstant ist, sondern dass sich das belastete Wasser mit einer höheren Dichte im unteren Teil des Grundwasserleiters konzentriert (LANGE/MOOG (1993)).

Zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials für das Grundwasser sind Stoffmenge, Stoffverteilung und Stoffeigenschaften sowie die örtlichen Gegebenheiten, vor allem Untergrundbeschaffenheit, klimatische und hydrologische Verhältnisse von großer Bedeutung. In den meisten Fällen ist nicht das gesamte, sondern das mobile Stoffinventar (Freisetzungspotenzial) entscheidend.

Das unfallbedingte Risiko einer Grundwasserkontamination durch wassergefährdender Stoffe wird in seinen Auswirkungen häufig überschätzt. Dort, wo Porengrundwasserleiter mit Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers unter 10 m/d vorliegen, kann bei Unfällen eine Stoffausbreitung im Untergrund durch gezielte Maßnahmen in der Regel verhindert werden. Nur bei sehr durchlässigen Poren - oder Kluft- und Karstgrundwasserleitern mit entsprechend hohen Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers können Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen zu weiterreichenden Grundwasserbelastungen führen (GOLWER (1995)).

A 1.5 Literatur

Allgemein zugängliche Quellen (Bücher, Zeitschriften, Schriftenreihen etc.)

- BISCHOFFSBERGER, W. (1983): Tausalzeinfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Schriftenreihe der Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Heft 4, S. 21 - 26, 1983.
- BORCHARDT, D.; J. FISCHER, R. IBSCH (2001): Struktur und Funktion des Hyporheischen Interstitials in Fließgewässern, Wasser & Boden 5/2001, 5-10
- BROD, H.-G. (1993): Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 2, 1993
- BRUNKE, M. (2001): Wechselwirkungen zwischen Fließgewässer und Grundwasser: Bedeutung für aquatische Biodiversität, Sauerstoffhaushalt und Lebensraumstrukturen, Wasserwirtschaft 1/2001, 32-37
- BUCHER, R. (2001): Feinsedimente: Einträge in die Fließgewässer und die Auswirkungen auf die Fische und andere aquatische Lebewesen, TeilprojektleiterInnenkonferenz vom 8. September 2001, Ergebnisse aus den Teilprojekten, Fischnetz-info 8, Projekt Fischnetz, EAWAG 2001
- BUCHER, R. (2002): Feinsedimente in schweizerischen Fließgewässern - Einfluss auf die Fischbestände, Teilprojekt-Nr. 01/07, Fischnetzpublikation, Projekt Fischnetz, EAWAG 2002
- CUBELIC, M.; R. PECORONI, J. SCHÄFER, J.-D. ECKHARDT, Z. BERNER, D. STÜBEN (1997): Verteilung verkehrsbedingter Edelmetallemissionen in Böden, Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 9 (5) 249-258 1997
- DANNECKER, W.; M. AU; H. STECHMANN (1988): Bilanzierung des Eintrags von Schad-elementen aus der Luft und durch den Kraftfahrzeugverkehr über die Straßen in das Sielsystem von Hamburg, Schriftenreihe Angewandte Analytik des Instituts für Anorganische und Angewandte Chemie der Universität Hamburg, 1988
- DAUBER, L.; B. NOVAK; J. ZOBRIST; F. ZÜRCHER (1979): Beeinflussung der Gewässergüte durch die Regenabflüsse von Straßen, 54. Siedlungswasserwirtschaftliches Kolloquium an der Universität Stuttgart, 1979
- DIERKES, C. (1999): Verhalten von Schwermetallen im Regenabfluss von Verkehrsflächen bei der Versickerung über poröse Deckbelege, Forum Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Universität GH Essen, Heft 14, 1999
- DUFT, M., M. TILLMANN, J. OEHLMANN (2003): Ökotoxikologische Sedimentkartierung der großen Flüsse Deutschlands, Texte 26/03 Umweltbundesamt
- FUCHS, S.; U. SCHERER, T. HILLENBRAND, F. MARSCHEIDER-WEIDEMANN, F. BEHRENDT, H. OPITZ (2002): Schwermetalleinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands, UBA Texte 54/02, Umweltbundesamt Berlin
- GOLWER, A. (1991): Belastung von Böden und Grundwasser durch Verkehrswege. Forum Städte-Hygiene, Heft 4 (1991) S. 266 - 275.
- GOLWER, A. (1995): Verkehrswege und ihr Grundwasserrisiko. Eclogae geol. Helv. 88/2: 403 - 419.
- GOLWER, A. (1999): Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit durch Straßenverkehr in Wasserschutzgebieten. Geol. Jb. Hessen, 127, 131 - 146, Wiesbaden.

- GOLWER, A.; SCHNEIDER, W. (1983): Untersuchungen über die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen toxischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. Untersuchungen über die Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Bereich von Straßen. Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, BMV, Heft 391.
- GOLWER, A.; ZEREINI, F. (1998): Auswirkungen des Straßenverkehrs auf rezente Sedimente. Langzeituntersuchungen an einem Versickerbecken bei Frankfurt am Main. Geol. Jb. Hessen, 126, 47 - 70, Wiesbaden.
- GROTTKER, M.; F. SIEKER (1987) Beschaffenheit von Straßenoberflächenwasser bei mittlerer Verkehrsbelastung, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 530, Bonn-Bad Godesberg 1987
- GÜVEN, K., C. ÖZBAY, E. ÜNLÜ & A. SATAR (1999): Acute lethal toxicity and accumulation of copper in *Gammarus pulex* (L.) (Amphipoda). – Tr. J. Biology 23: 513 – 521.
- HAMM, A. [Hrsg.] (1991): Studie über Wirkungen und Qualitätsziele von Nährstoffen in Fließgewässern, hrsg. Vom Arbeitskreis Wirkungsstudie im Hauptausschuss Phosphate und Gewässer in der Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft deutscher Chemiker, Sankt Augustin, Academia-Verl., 1991
- HARITOPOULOU, T. (1996): Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle in urbanen Entwässerungssystemen – Aufkommen, Transport und Verbleib, Institut für Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe, Band 77, Karlsruhe 1996
- HARITOPOULOU, T. (1996): Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle in urbanen Entwässerungssystemen – Aufkommen, Transport und Verbleib, Institut für Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe, Band 77, Karlsruhe 1996
- JOSHINAGA, J. (2003): Organolead compounds in the environment. – in Craig, P. (Ed.) Organometallic compounds in the environment. 2nd edition Wiley, Chichester, 151 – 194.
- KASTING, U. (2003): Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kaiserslautern Band 17, Dissertation, 2003
- KLEIN, H. (1982): Die Beschaffenheit der Niederschlagsabflüsse von Autobahnen, Wasserwirtschaft, 72, 2/1982, 37-43
- KRAUTH, KH.; G. STOTZ (1993): Qualitativer und quantitativer Einfluss von Absetzanlagen auf den Betrieb von Versickerungsbecken, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 672, Bundesminister für Verkehr, Bonn Bad Godesberg, 1994
- KRAUTH, KH.; H. KLEIN (1982): Untersuchungen über die Beschaffenheit des Oberflächenwassers von Bundesautobahnen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 363, Bundesminister für Verkehr, Bonn Bad Godesberg, 1982
- LAMMERSEN, R. (1997): Die Auswirkung der Stadtentwässerung auf den Sauerstoffhaushalt von Fließgewässern, Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz 15, 1997
- LANGE, G.; D. GROTEHUSMANN, U. KASTING, M. SCHÜTTE, M. DIETRICH, W. SONDERMANN (2003) Wirksamkeit von Entwässerungsbecken im Bereich von Bundesfernstraßen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 861, 2003

- LANGE, G.; MOOG, K. (1995): Potenzielle Beeinträchtigung des Grundwassers durch den Verkehr. DVWK Materialien, Heft 3. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., Bonn.
- MADSON, R.P., J.M. BENOIT (2003): Organomercury compounds in the environment. – in Craig, P. (Ed.) Organometallic compounds in the environment. 2nd edition Wiley, Chichester, 57 – 100.
- MALTBY, L., C. NAYLOR (1990): Preliminary observations on the ecological relevance of the Gammarus „scope for growth“ assay: effect of zinc on reproduction, *Functional Ecology* 12, 393-397
- MOLLS, F.; V. MERTSCH, G. MICKOLEIT (2002): Das Wanderfischprogramm in Nordrhein-Westfalen – Konsequenzen für die Abwasserbehandlung, in: Neue Konzepte und Technologien in der Abwasserentsorgung, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Band 44, 2002
- MUNLV (2003): NRW-Leitfaden zur Umsetzung der WRRL, 8. Lieferung November 2003, Herausgeber Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen
- MUNLV (2005): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 11. Auflage, Herausgeber Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen
- MUNLV/LUA (2000): Gewässergütebericht 2000, 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen, Sonderbericht, Herausgeber: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW und Landesumweltamt NRW
- NAFO, I. I. (2004): Bilanzierung zur Beurteilung von Niederschlagswassereinleitungen auf regionaler Ebene, Fachbereich Bauwesen, Universität Duisburg-Essen, Dissertation
- PAHLKE, G.; H. LEONHARDT, M. TAPPE (2000): Mögliche Umweltbelastungen durch die Nutzung von MTBE (Methyl-tertiär-Butylether) als Kraftstoffzusatz in Deutschland und Westeuropa. In *Erdöl Erdgas Kohle*. Heft 10, 2000
- ROSSI, L. (2004): Temperaturveränderungen im Gewässer bei Regenwetter, *gwa* 11/2004 S. 795-805
- SCHIRMER, M.; WEIß, H. (1999): Einfluss refraktärer Substanzen wie Methyl-tertiärbutylether (MTBE) auf den „Natural Attenuation“-Ansatz in Grundwasserleitern. In: *Altlasten Spektrum*. Heft 6, 1999
- TEGETHOF, U. (1998): Straßenseitige Belastungen des Grundwassers, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V60
- UHL, M., U. KASTING, C. SCHRÖER, D. GROTEHUSMANN, P. PODRAZA 2005: Daten zur Einleitung der Abflüsse außerörtlicher Straßen in Gewässer, *Wasser und Abfall* 7-8 2005, 42 – 47
- XANTHOPOULOS, C. (1990): Niederschlagsbedingter Schmutzstoffeintrag in Kanalsystemen, Erneute Bilanzierung aufgrund weitergehender Erfassung von Ereignissen, in: *Schadstoffe im Regenabfluss aus städtischen Gebieten*, Präsentation eines BMFT-Verbundprojektes, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Heft Nr.58, 1990, 115-145

- XANTHOPOULOS, C. (1992): Schmutzstoffeintrag in die Kanalisation, Schadstoffe im Regenabfluss II, Präsentation eines BMFT-Verbundprojektes, Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Heft Nr.64, 1992, 147-166
- ZEREINI, F.; F. ALT, K. RANKENBURG, J.-M. BEYER, S. ARTELT (1997): Verteilung von Platingruppenelementen (PGE in den Umweltkompartimenten Boden, Schlamm, Straßenstaub, Straßenkehrgut und Wasser, Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 5/97

Nicht allgemein zugängliche Arbeiten (Vortragsunterlagen, Diplomarbeiten, mündliche Mitteilungen, Forschungsberichte etc.)

- BROMBACH, H.-J.; S. FUCHS (2003): Datenpool gemessener Verschmutzungskonzentrationen in Misch- und Trennkanalisationen, ATV-DVWK-Forschungsfonds 2001, Projekt 1-01, Abschlussbericht
- BWK (2006): Leitfaden zur detaillierten Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3, Arbeitsgruppe 2.3 des Bundes der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V., Stand 30.01.2006, unveröffentlicht
- HILLENBRAND, T.; D. TOUSSAINT, E. BÖHM, S. FUCHS, U. SCHERER, A. RUDOLPHI, M. HOFFMANN (2004): Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen, Abschlussbericht des Forschungsvorhaben FKZ 202 242 220/02 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- IFS (2002): Untersuchung über die Beschaffenheit der Oberflächenabflüsse von Parkflächen bei Tank- und Rastanlagen, Schlussbericht zum Forschungsvorhaben FE 05.123/2000/GGB der Bundesanstalt für Straßenwesen, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie, unveröffentlicht
- ILLGEN, M. (2000): Überprüfung von Standard-Abflussbeiwerten durch Niederschlags-Abfluss-Simulation, Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft, Universität Kaiserslautern, Diplomarbeit
- PAULSEN, O. (1984): Analyse und Simulation von Schmutzstoffganglinien des Regenabflusses, Forschungsbericht 10206106 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover, unveröffentlicht
- PODRAZA, P. (2005): Ausarbeitung zur ökologischen Bedeutung von Schwermetallen in Abläufen der Straßenentwässerung, Dr. Petra Podraza Umweltbüro Essen, im Auftrag der Fachhochschule Münster, unveröffentlicht
- SCHÜTTE, M. (1997): Messung der Regenwasserverschmutzung im Einzugsgebiet des Biesdorfer-Baggersees, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie Hannover, unveröffentlicht
- WELKER, A. (2004): Schadstoffströme im urbanen Wasserkreislauf - Aufkommen und Verteilung, insbesondere in den Abwasserentsorgungssystemen. Habilitationsschrift. Demnächst in der Schriftenreihe der TU Kaiserslautern, FG Siedlungswasserwirtschaft, Band 20

Normen und Arbeitsblätter

BWK (2001): Merkblatt 3: Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse,

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK), 2001

FGSV (2002): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, RiStWag, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, FGSV Verlag GmbH, Köln

A 3 Anwendungsbeispiele für die stoffliche und hydraulische Betrachtung

Als wesentliche Bausteine der gewässerbezogenen Planungsmethodik gem. Kapitel 3 werden in diesem Anhang die stoffliche und hydraulische Betrachtung von Einleitungsstellen anhand zweier Gewässereinzugsgebiete dargestellt. Anhand von zwei Einleitungsstellen wird darüber hinaus beispielhaft die Wahl der Maßnahmen aufgezeigt.

Die im Folgenden zusammengestellten Daten der Einzugsgebiete und die durchgeführten Auswertungen an den Einleitungsstellen waren Grundlage für die Entwicklung der in Kapitel 2 dargestellten Planungshilfen. Sie wurden zur Plausibilitätsprüfung und zur Folgeabschätzung bei der Anwendung der Planungshilfen genutzt.

Die stoffliche Betrachtung wurde gem. Kapitel 2.1 und 2.2 geführt. Folgende Arbeitsschritte waren bei den Planungsbeispielen erforderlich:

- Tabellarische Datenzusammenstellung für Einleitungsstellen: Sonderbauwerke (Rückhalte- und Behandlungsanlagen), angeschlossene Straßenflächen, Boden/Grundwasser und aufnehmende Gewässer, Wasserschutzzonen
- Klassifizierung der Einleitungsstellen / Zuordnung zu Einleitungstypen
- Anwendung der Entscheidungshilfen gem. Kapitel 2.2.3
 - = vorhandene Einleitungssituation / Behandlungs-/ Entwässerungsanlage (Tab. 2.5)
 - = Gewässersituation (Tab. 2.4)
 - = Belastungssituation anhand der vorliegenden Straßenverhältnisse (Tab. 2.3)
- Bilanzierung der Bewertungspunkte je Einleitungsstelle:
 - = Sanierungsbedarf, wenn bei einer der drei Stoffgruppen der Bewertungspunkt / die Bilanz (Belastungspunkte – Einleitungspunkte – Behandlungspunkte) < 0 ist
 - = Sanierungsbedarf, wenn eine „nicht tolerierbare Einleitung“ vorliegt, d. h., wenn eines der Kriterien gem. Kapitel 2.1.2 erfüllt ist

Die hydraulische Betrachtung wurde gem. Kapitel 2.4 durchgeführt. Hierbei war sowohl für das Gesamtgebiet als auch für jede Einleitungsstelle der zulässige Einleitungsabfluss zu berechnen. Folgende Arbeitsschritte waren erforderlich:

- Flächenzusammenstellung je Einleitungsstelle
- Berechnung des Oberflächenabflusses $Q_{15(1)}$ (Regendauer $D = 15$ min und statistische Wiederkehrzeit $T = 1$ a; $r_{15(1)} = 113,9$ l/(s ha) für das EZG Wahnbach und $r_{15(1)} = 102,8$ l/(s ha) für das EZG Nette (Regenspenden gem. KOSTRA-DWD 2000 (ITWH/DWD (2005))); Berücksichtigung der angeschlossenen Flächen im Straßenraum: befestigte Flächen mit Spitzenabflussbeiwert = 0,9; unbefestigte Flächen mit Spitzenabflussbeiwert = 0,3)
- Überprüfung der Bagatellgrenzen:
 - Zufluss zum Gewässer $Q_{zu} \leq 10$ l/s bzw. angeschlossene Fläche $A \leq 0,1$ ha (Kapitel 2.4.3.1)

- Hydraulische Betrachtung gem. BWK-M3 bzw. Kapitel 2.4; Einleitungsstellen, die nicht tolerierbar sind, wurden nicht berücksichtigt; die Einleitungsstellen der Siedlungsgebiete wurden bei der hydraulischen Betrachtung berücksichtigt

Folgende Varianten wurden bei der hydraulischen Betrachtung mit dem Ziel untersucht, die Auswirkungen der unterschiedlichen Tiefe bei der Datenerhebung auf den hydraulischen Nachweis / Sanierungsbedarf bei Straßeneinleitungen darstellen zu können:

1.) **pauschal gem. Kapitel 2.4.3, Tabelle 2.8**

Der zulässige, spezifische Einleitungsabfluss $q_{E1,zul}$ wird nicht anhand von gebiets- und gewässerspezifischen Daten festgelegt, sondern vereinfacht, d. h. pauschal gem. Tab. 2.8, für das Gewässer gewählt.

2.) **BWK-M 3**

Der zulässige, spezifische Einleitungsabfluss $q_{E1,zul}$ wird anhand von gebiets- und gewässerspezifischen Daten der Teileinzugsgebiete berechnet. Die Grundlagen der Berechnung werden individuell je Gewässerabschnitt erhoben/definiert und können insbesondere bei Nebengewässern von den Werten des Hauptgewässers / des geschlossenen Siedlungsgebietes deutlich abweichen. Als Faktor x für die zulässige Abflusserhöhung für anthropogene Einflüsse und als zulässige Überlaufhäufigkeit n bei der Speicherbemessung werden Standardparameter verwendet, um die Vergleichbarkeit mit der Variante 1 zu ermöglichen.

- Prüfung, ob der vorhandene Abfluss $Q_{15,1} >$ zulässige Einleitung $Q_{E1,zul}$ ist / Prüfung des hydraulischen Sanierungsbedarfs

Im Folgenden werden für die Untersuchungsgebiete Wahnbach und Nette jeweils eine kurze Beschreibung der EZG gegeben und die Ergebnisse der stofflichen und hydraulischen Betrachtung zusammenfassend beschrieben. Der ausführliche Erläuterungsbericht zur Bearbeitung der Projektbeispiele Wahnbach und Nette zur Erstellung der Planungsmethodik kann der beigefügten CD entnommen werden.

A 3.1 Untersuchungsgebiet Wahnbach

A 3.1.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet Wahnbach (EZG Wahnbach) befindet sich im südwestfälischen Rhein-Sieg-Kreis in der Nähe der Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz. Das Einzugsgebiet hat eine Ausdehnung von rd. 71,4 km² und liegt im Naturraum/der Großlandschaft Mittelgebirge. Es erstreckt sich über die Gemeindegebiete von Neunkirchen-Seelscheid (südwestlicher Teil), Much und der Gemeinde Wiehl (nordöstlicher Teil). Im Südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes befindet sich die Wahnbachtalsperre.

Tabelle A 3.1: Flächenanteile der Landnutzung im Einzugsgebiet Wahnbach

Landnutzung	Anteil am EZG in [km ²]	Anteil am EZG in [%]
Siedlungsflächen	9,21	12,9
Landwirtschaft, Brache und Wald	59,91	83,9
Wasserflächen (stehende Gewässer)	2,28	3,2

(Datenbasis: ATKIS)

Das Hauptgewässer im Einzugsgebiet der Wahnbachtalsperre ist der Wahnbach. Der Wahnbach mit seinen Nebengewässern ist dem Fließgewässertyp „Kiesgeprägtes Fließgewässer in der Fließgewässerlandschaft silikatisches Grundgebirge“ zu zuordnen (LUA, 2002). Er steht damit exemplarisch für einen Gewässertyp, der einen Anteil von 28 % der Fließgewässerlandschaften in NRW umfasst.

Tabelle A 3.2: Maßgebliche Fließgewässer im EZG Wahnbach

Gewässer	Länge	Einzugsgebiet
	[km]	[km ²]
Wahnbach	20,7	71,4
Wendbach	7,3	8,4
Markelsbach	7,1	8,7
Gibbinghauser Bach	4,9	9,6

Im EZG Wahnbach wurden insgesamt 196 Einleitungsstellen erfasst. Davon sind 142 Einleitungsstellen außerörtlichen Straßen zuzuordnen. In der Tab. A 3.3 sind die erfassten Einleitungsstellen und die zugehörigen angeschlossenen Flächen aufgeführt.

Im Bild A 3.1 sind die Einleitungsstellen der außerörtlichen Straßen im EZG des Wahnbachs nach Einleitungstypen geordnet. Bei 98 Einleitungsstellen (66,9 %) liegt eine Teilversickerung oder vollständige Versickerung der Straßenabflüsse vor. Bei diesen Anlagen ist eine unzulässige hydraulische Belastung von Fließgewässern ausgeschlossen. Der Anteil der Einleitungsstellen mit direkter Einleitung ins Gewässer ist mit 20,4 % (29 Stk.) relativ groß.

Tabelle A 3.3: Erfasste Einleitungsstellen im EZG Wahnbach

Einleitungsstellen	Anzahl	Anzahl	Fläche A _{Ges}	Fläche A _{Ges}	Fläche A _u	Fläche A _u
	[Stk]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
gesamt	196	100	268,0	100	137,0	100
Bundesstraße	56	28,6	34,0	12,6	17,0	12,4
Landstraße	83	42,3	35,0	13,0	22,0	16,1
Kreisstraße	2	1,0	1,4	0,5	1,1	0,8
Gemeindestr.	1	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2
Siedlungen	54	27,6	198,0	73,7	97,0	70,4

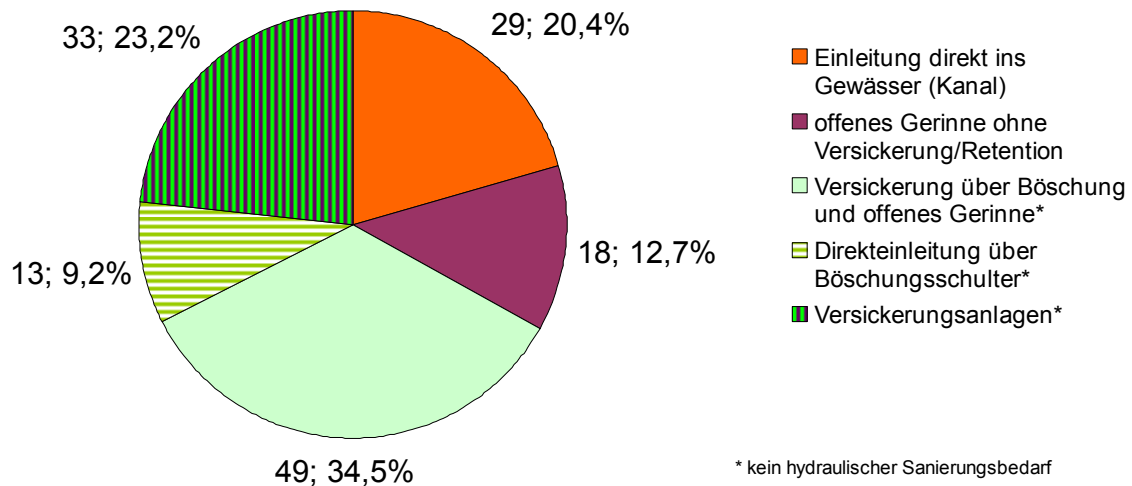


Bild A 3.1: Verteilung der Einleitungsstellen der außerörtlichen Straßen im EZG Wahnbach auf verschiedene Einleitungstypen

Im EZG der Trinkwassertalsperre Wahnbachtalsperre wurden nahezu flächendeckend Wasserschutzzonen ausgewiesen (Tab. A 3.4).

Tabelle A 3.4: Flächenanteile der einzelnen Schutzzonen im Einzugsgebiet Wahnbachtalsperre

Schutzzone	Anteil am EZG [km ²]	Anteil am EZG [%]
Schutzzone 1	5,10	7,1
Schutzzone 2A	7,73	10,8
Schutzzone 2B	43,37	60,7
Schutzzone 3	14,80	20,7

A 3.1.2 Ergebnisse stoffliche Prüfung

Der ermittelte stoffliche Sanierungsbedarf für die Einleitungsstellen an außerörtlichen Straßen ist im Bild A 3.2 und Tab. A 3.5 dargestellt. Bei knapp 2/3 der erfassten Einleitungsstellen (91 Stk. bzw. rd. 64 %) liegt demnach kein stofflicher Sanierungsbedarf vor. Bei 19 % der Einleitungsstellen besteht Sanierungsbedarf, d. h. die Emissionsanforderungen bei mindestens einer der drei Stoffgruppen (partikuläre Stoffe, gelöste Stoffe, MKW) werden nicht erfüllt. Bei diesen Einleitungsstellen ist eine Sanierung bei gleichzeitigem Erhalt der Einleitungsstelle i. d. R. möglich.

Tabelle A 3.5: Stofflicher Sanierungsbedarf der erfassten Einleitungsstellen von Straßenabflüssen im EZG Wahnbach

Einleitungsstellen	Anzahl Gesamteinzugsgebiet		kein Sanierungsbedarf			Sanierungsbedarf			nicht tolerierbar		
	[Stk]	[%]	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾
gesamt	142	100	91	100	64,1	27	100	19,0	24	100	16,9
Bundesstraße	56	39,4	19	20,9	13,4	19	70,4	13,4	18	75,0	12,7
Landstraße	83	58,5	69	75,8	48,6	8	29,6	5,6	6	25,0	4,2
Kreisstraße	2	1,4	2	2,2	1,4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Gemeindestr.	1	0,7	1	1,1	0,7	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0

¹⁾ Prozentangabe bezieht sich auf die Gesamtanzahl der erfassten Einleitungsstellen von 142 Stk.

Betrachtet man die als „nicht tolerierbar“ klassifizierten 24 Einleitungsstellen, so wird bei 13 Einleitungsstellen in Gewässerabschnitte eingeleitet, die nach BWK M3, Tabelle 2 einleitungsfrei zu haltende Gewässerabschnitte darstellen. Hierzu zählen die Quellbereiche von Siefen. Bei 6 Einleitungsstellen (Versickerungsanlagen) wurde ein Grundwasserflurabstand < 1 m ermittelt und 5 Einleitungsstellen liegen in der WSZ I der Wahnbachtalsperre. Bei der Bewertung der Einleitungsstellen als „nicht tolerierbar“ wurde die Funktion der vorhandenen Vorsperre in der Wahnbachtalsperre, die als Reinigungsstufe im Zulauf der Talsperre angeordnet ist, nicht berücksichtigt.

Die nicht tolerierbaren Einleitungsstellen können i. d. R. nicht beibehalten werden. Das anfallende Oberflächenwasser der Straßen muss grundsätzlich aus den kritischen Bereichen abgeleitet werden. Im Einzelfall kann die Verlegung dieser Einleitungsstellen in Abhängigkeit der vorliegenden Topographie, der Nutzung angrenzender Flächen und sonstige Randbedingungen baulich sehr aufwendig sein oder eine zusätzliche ökologische Belastung darstellen. In diesen Fällen sind in Abstimmung mit der zuständigen Wasserwirtschaftsverwaltung eine geeignete Regenwasserbehandlung oder Ausgleichsmaßnahmen im aufnehmenden Gewässer abzuwägen.

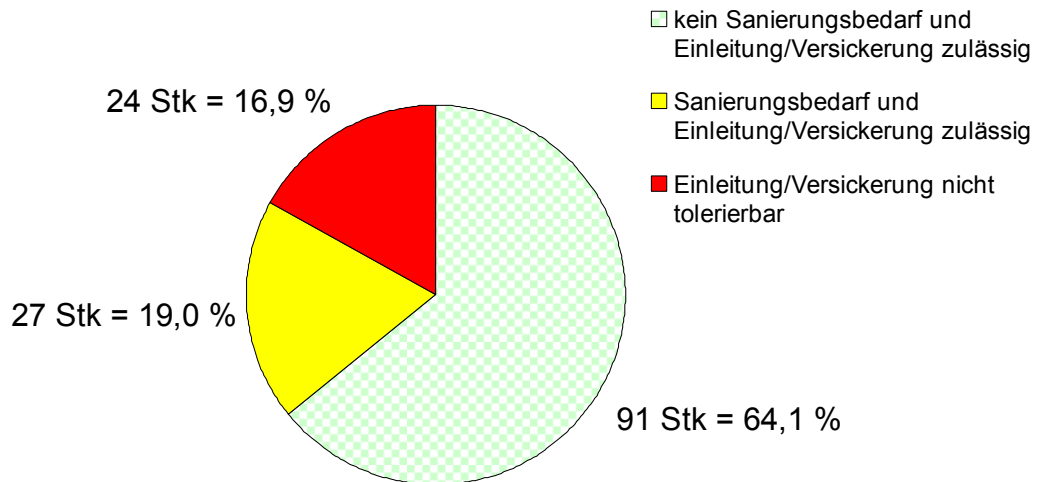


Bild A 3.2: Sanierungsbedarf Einleitungsstellen gem. stofflicher Prüfung nach ESOG, Kapitel 2

A 3.1.3 Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung

Die Ergebnisse der Ermittlung des hydraulischen Sanierungsbedarfs im EZG Wahnbach sind in der Tab. A 3.6 zusammengestellt. 35 Einleitungsstellen (rd. 32 %) von den 109 erfassten Einleitungsstellen mit Anschluss an ein Fließgewässer weisen einen hydraulischen Sanierungsbedarf auf. Hier sind Rückhaltmaßnahmen erforderlich.

In der Tab. A 3.6 sind die Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung für die Untersuchungsvarianten „Bewertung der Einzeleinleitungen“ und „Bewertung gem. BWK M3, vereinfachter Nachweis“ zusammengestellt. Bei der Untersuchungsvariante „Bewertung der Einzeleinleitungen“ wurde gem. Tab. 2.8 ohne Ermittlung von α und $H_{q,1pnat}$ eine konstante zulässige Einleitungsabflussspende $q_{E1,zul}$ verwendet. Bei der Untersuchungsvariante „Bewertung gem. BWK M3, vereinfachter Nachweis“ wurde $q_{E1,zul}$ gem. BWK M3 definiert (Kapitel 2.4.2 und 2.4.3). **Der Vergleich der Untersuchungsvarianten macht deutlich, dass sich eine detaillierte und vergleichsweise aufwendige Datenerfassung zur Gewässersituation und den abflusswirksamen Flächen im Einzugsgebiet auszahlt.** Das erforderliche Gesamtspeichervolumen, das zur Sanierung aller Einleitungsstellen erforderlich ist, reduziert sich und auch die einzelnen Rückhaltebecken werden kleiner. Sanierungsmaßnahmen sind damit technisch einfacher und finanziell günstiger umsetzbar. Der Anteil der erforderlichen Rückhaltevolumen $\leq 50 \text{ m}^3$ liegt je nach Untersuchungsvariante / Nachweisverfahren zwischen 31 und 83 % der sanierungsbedürftigen Einleitungsstellen. Dieser Anteil ist im EZG Wahnbach relativ groß. Ursächlich hierfür sind die vergleichsweise kleinen Flächeneinheiten, die den einzelnen Einleitungsstellen zuzuordnen sind. Diese kleinen Rückhaltevolumen sind i. d. R. mit geringem technischem Aufwand bautechnisch zu realisieren (z. B. stellenweise Aufweitung von Straßenseitengräben und/oder Anordnung von Querriegeln).

Tabelle A 3.6: Hydraulische Betrachtung EZG Wahnbach

Prüfung von 109 erfassten Einleitungsstellen mit Anschluss an ein Fließgewässer	Bewertung der Einzeleinleitungen	Bewertung gem. BWK-M3 vereinfachter Nachweis
Prüfung der Bagatellgrenze, Anzahl der Einleitungsstellen mit $Q_{15(1)} < 10$ l/s [Stk]	10	10
Anzahl der Einleitungsstellen mit hydraul. Sanierungsbedarf [Stk.]	35	35
erforderliches Gesamtrückhaltevolumen [m ³]	2.692	2.288
maximal erforderliches Einzelrückhaltevolumen [m ³]	255	198
Anteil der Rückhaltevolumen ≤ 50 m ³ [%]	31	49
mittleres spezifisches Rückhaltevolumen [m ³ /ha A _u]	180	153
mittlere zulässige Einleitungsabflussspende $q_{E1,zul}$ [l/(s ha)]	pauschal gem. Tab.2.8: 10	21

A 3.1.4 Sanierungsbedarf

Im Bild A 3.3 ist der Sanierungsbedarf der erfassten Einleitungsstellen der außerörtlichen Straßen im EZG Wahnbach als Ergebnis der stofflichen und hydraulischen Betrachtung zusammenfassend dargestellt. Formal besteht bei einem Großteil der Einleitungsstellen (knapp 60 %) im EZG Wahnbach ein Sanierungsbedarf. Bei der Festlegung des erforderlichen Umfangs der Sanierungsmaßnahmen sind die weiteren Bearbeitungsschritte der Planungsmethodik gem. Bild 3.1 bzw. 3.2 zu beachten.

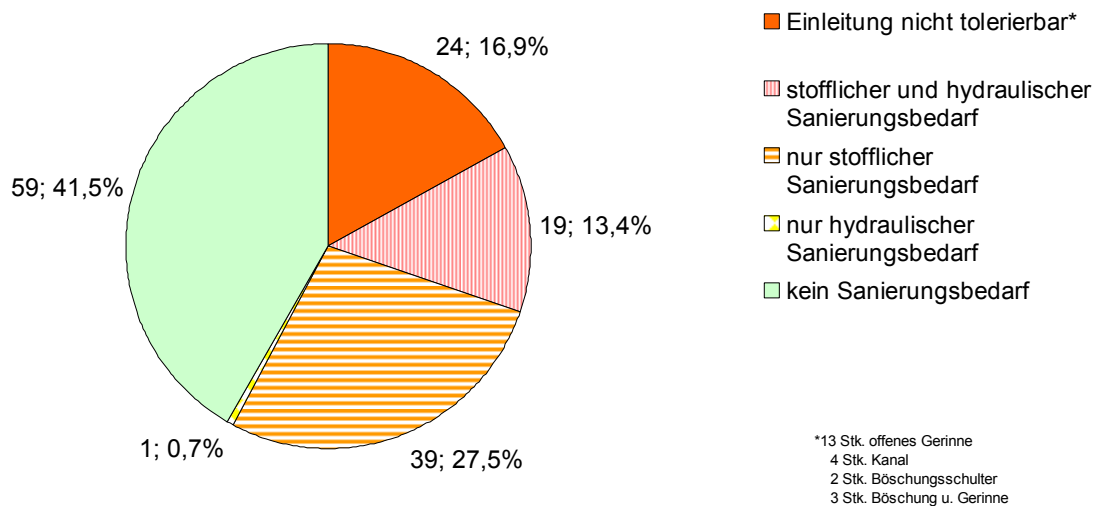


Bild A 3.3: Sanierungsbedarf gem. stofflicher und hydraulischer Prüfung nach ESOG, Kapitel 2

A 3.2 Untersuchungsgebiet Nette

A 3.2.1 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Nette (EZG Nette) dehnt sich über Teile der niederrheinischen Kreise Viersen und Wesel auf einer Fläche von rd. 180 km² bei einem mittleren Gebietsgefälle von 2 ‰ aus. Es ist Teil des „Naturparks Maas-Schwalm-Nette“. Ackerbau, in Form von Getreide-, Kartoffel- und Spargelanbau, bestimmt das Landschaftsbild. Weidelandschaften finden sich im EZG in ausgewiesenen Naturschutzgebieten. Größere Waldgebiete in Kombination mit Heidemooren und -landschaften sind im westlichen Randbereich des EZG Nette zu finden. Ein ausgedehntes Waldgebiet an der deutsch-niederländischen Grenze reicht vom Brachter Wald im Südwesten über die Ravensheide bis zur Wankumer Heide im Nordosten.

Tabelle A 3.7: Flächenanteile der Landnutzung im Einzugsgebiet Nette

Landnutzung	Anteil am EZG in [km ²]	Anteil am EZG in [%]
Siedlungsflächen	22,89	13,5
Landwirtschaft, Brache und Wald	144,77	85,2
Wasserflächen (stehende Gewässer)	2,13	1,3

(Datenbasis: ATKIS)

Die Nette und deren Nebengewässer sind dem Gewässertyp Niedergewässer zu zuordnen. Dieser Gewässertyp umfasst einen Anteil von 56 % der Fließgewässerlandschaften in NRW (Fließgewässertypenatlas des LUA-NRW).

Tabelle A 3.8: Fließgewässer im EZG Nette

Gewässer	Länge	Einzugsgebiet
	[km]	[km ²]
Nette	28,14	179,87
Pletschbach	7,91	16,09
Sonnenbach	2,35	5,65
Mühlenbach	5,63	18,04
Luidbach	4,10	9,24
Königsbach	5,79	18,42
Renne	6,20	12,22
Kleine Renne	5,77	8,32
Weyersbach	5,10	6,51
Aerbeckerbach	5,08	7,28

Tabelle A 3.9: Seen im EZG Nette

Bezeichnung	Seentyp	Gewässer	Oberfläche [ha]	Volumen [m ³]
Breyeller See Süd	Flussstausee	Nette	5,3	ca. 120.000
Breyeller See Nord	Flussstausee	Nette	9,2	ca. 140.000
Nettebruchsee	Flussstausee	Nette	13,2	ca. 225.000
Windmühlenbruch	Flussstausee	Nette	6,0	ca. 130.000
Kleiner De Witt See	Flussstausee	Nette	4,5	ca. 32.000
Großer De Witt See	Flussstausee	Nette	22,5	ca. 340.000
Kälberweide	Bachstausee	Königsbach	3,5	ca. 84.000
Schroliksee	Flussstausee	Nette	15,5	ca. 190.000
Poelvensee	Flussstausee	Nette	24,5	ca. 245.000
Hinsbecker Bruch	Flussstausee	Renne	37,5	ca. 600.000
Glabbacher Bruch	Flussstausee	Renne	36,0	ca. 612.000

Im EZG Nette wurden insgesamt 186 Einleitungsstellen erfasst. Davon sind 153 Einleitungsstellen klassifizierten Straßen zuzuordnen. In der Tab. A 3.10 sind die erfassten Einleitungsstellen und die zugehörigen angeschlossenen Flächen aufgeführt.

Tabelle A 3.10: Erfasste Einleitungsstellen im EZG Nette

Einleitungsstellen	Anzahl	Anzahl	Fläche A _{Ges}	Fläche A _{Ges}	Fläche A _u	Fläche A _u
	[Stk]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
gesamt	186	100	2382	100	566	100
BAB	31	16,7	73	3,1	54	9,5
Bundesstraße	18	9,7	17	0,7	13	2,3
Landstraße	25	13,4	22	0,9	18	3,2
Kreisstraße	33	17,7	24	1,0	19	3,4
Gemeindestr.	46	24,7	46	1,9	26	4,6
Siedlungen	33	17,7	2200	92,4	436	77,0

Im Bild A 3.4 sind die Einleitungsstellen der außerörtlichen Straßen im EZG der Nette nach Einleitungstypen geordnet. Bei 106 Einleitungsstellen (71 %) liegt eine Teilversickerung oder vollständige Versickerung der Straßenabflüsse vor. Bei diesen Anlagen ist eine unzulässige hydraulische Belastung von Fließgewässern ausgeschlossen. Der im Vergleich zum EZG Wahnbach relativ hohe Anteil der Versickerungsanlagen (43 %) ist auf das geringe Geländegefälle und die häufig fehlenden Anschlussmöglichkeiten an Fließgewässer zurückzuführen. Der Anteil der Einleitungsstellen mit direkter Einleitung ins Gewässer beträgt 7,4 % (11 Stk).

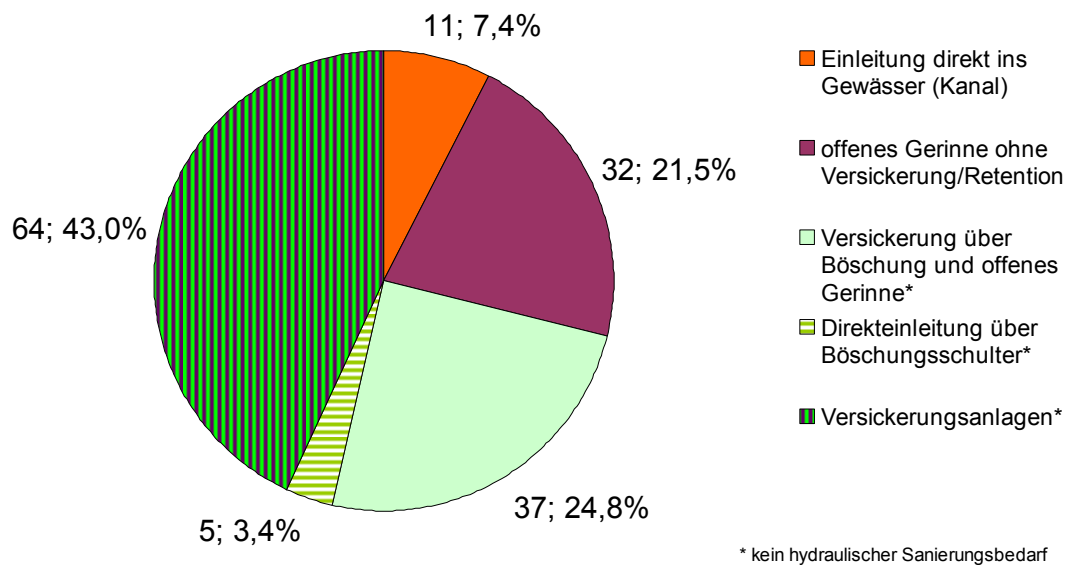


Bild A 3.4: Verteilung der Einleitungsstellen der außerörtlichen Straßen im EZG Nette auf verschiedene Einleitungstypen

A 3.2.2 Ergebnisse der stofflichen Betrachtung

Der ermittelte stoffliche Sanierungsbedarf für die Einleitungsstellen an außerörtlichen Straßen ist im Bild A 3.5 und Tab. A 3.11 dargestellt. Bei 89 der 153 erfassten Einleitungsstellen (rd. 58 %) liegt demnach kein stofflicher Sanierungsbedarf vor. Bei 27 % der Einleitungsstellen besteht Sanierungsbedarf, d. h. die Emissionsanforderungen bei mindestens einer der drei Stoffgruppen (partikuläre Stoffe, gelöste Stoffe, MKW) werden nicht erfüllt.

Von den 23 „nicht tolerierbaren“ Einleitungsstellen wird bei 9 dieser Einleitungsstellen in organische Gewässer/ Gewässerabschnitte eingeleitet, die gem. Daten der EG-WRRl in NRW, Arbeitsgebiet Niers/Schwalm als "organisch geprägte Gewässer/-abschnitte" klassifiziert sind. An 9 weiteren Einleitungsstellen wird in temporäre Gewässer/Gewässerabschnitte eingeleitet. Die Klassifizierung dieser Gewässerabschnitte erfolgte auf Grundlage der Gewässergütekarte 2003 des Kreises Viersen (Gewässerzustand: "im Untersuchungszeitraum überwiegend trocken"). An 3 Einleitungsstellen wird in Quellbereiche eingeleitet. Die genannten Gewässer-/ Gewässerabschnitte sind nach BWK M3 einleitungsfrei zu haltenden. Bei 2 Einleitungsstellen (Versickerungsanlagen) wurde ein Grundwasserflurabstand < 1 m bzw. ein k_f -Wert $> 1 \times 10^{-3}$ m/s ermittelt. Bei den 23 Einleitungsstellen ist eine Sanierung bei gleichzeitigem Erhalt der Einleitungsstelle i. d. R. nicht möglich. Das anfallende Oberflächenwasser der Straßen muss grundsätzlich aus den kritischen Bereichen abgeleitet werden, sofern es nicht versickert werden kann. Im Einzelfall kann die Verlegung dieser Einleitungsstellen in Abhängigkeit der vorliegenden Topographie, der Nutzung angrenzender Flächen und sonstige Randbedingungen baulich sehr aufwendig sein oder eine zusätzliche ökologische Belas-

tung darstellen. In diesen Fällen sind in Abstimmung mit der zuständigen Wasserwirtschaftsverwaltung eine geeignete Regenwasserbehandlung oder Ausgleichsmaßnahmen im aufnehmenden Gewässer abzuwägen.

Tabelle A 3.11: Stofflicher Sanierungsbedarf der erfassten Einleitungsstellen von Straßenabflüssen im EZG Nette

Einleitungsstellen	Anzahl Gesamteinzugsgebiet		kein Sanierungsbedarf			Sanierungsbedarf			nicht tolerierbar		
	[Stk]	[%]	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾	[Stk]	[%]	[%] ¹⁾
gesamt	153	100	89	100	58,2	41	100	26,8	23	100	15,0
BAB	31	20,3	8	9,0	5,2	14	34,1	9,2	9	39,1	5,9
Bundesstraße	18	11,8	12	13,5	7,8	6	14,6	3,9	0	0,0	0,0
Landstraße	25	16,3	20	22,5	13,1	4	9,8	2,6	1	4,3	0,7
Kreisstraße	32	20,9	17	19,1	11,1	9	22,0	5,9	6	26,1	3,9
Gemeindestr.	47	30,7	32	36,0	20,9	8	19,5	5,2	7	30,4	4,6

¹⁾ Prozentangabe bezieht sich auf die Gesamtanzahl der erfassten Einleitungsstellen von 153 Stk.

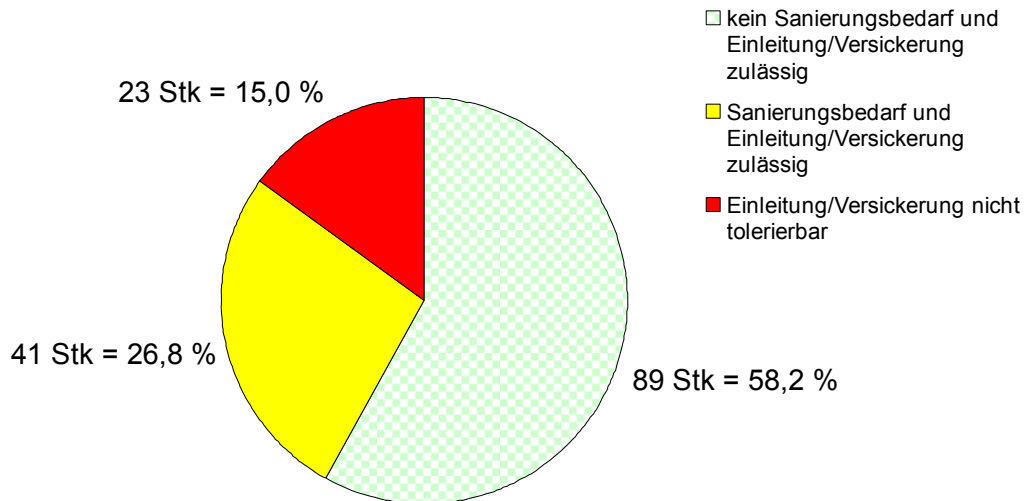


Bild A 3.5: Sanierungsbedarf Einleitungsstellen gem. stofflicher Prüfung nach ESOG im EZG Nette

A 3.2.3 Ergebnisse der hydraulischen Betrachtung

Die Ergebnisse der Ermittlung des hydraulischen Sanierungsbedarfs im EZG Nette sind in der Tab. A 3.12 zusammengestellt. Bis zu 40 Einleitungsstellen (rd. 47 %) von den 85 erfassten Einleitungsstellen mit Anschluss an ein Fließgewässer weisen einen hydraulischen Sanierungsbedarf auf. Hier sind Rückhaltemaßnahmen erforderlich.

Auch beim EZG Nette macht der Vergleich der Untersuchungsvarianten gem. Kapitel A 3.1.3 deutlich, dass sich eine detaillierte und vergleichsweise aufwendige Datenerfassung zur Gewässersituation und den abflusswirksamen Flächen im Einzugsgebiet auszahlt. So reduziert sich z. B. das erforderliche Gesamtspeichervolumen, das sich bei einer konsequenten Sanierung durch Rückhaltebecken ergeben würde. Besonders deutlich wird der Unterschied bei den Ergebnissen der Untersuchungsvariante „pauschal gem. ESOG“. Die pauschal anzusetzende zulässige Einleitungsabflusspende $q_{E1,zul}$ von 3 l/(s ha) gem. Tab. 2.8 ist bei dieser Variante im Vergleich zu den anderen Untersuchungsvarianten sehr klein.

Tabelle A 3.12: Hydraulische Betrachtung EZG Nette

Prüfung von 85 erfassten Einleitungsstellen mit Anschluss an ein Fließgewässer	Bewertung der Einzeleinleitungen	Bewertung gem. BWK M3 vereinfachter Nachweis
Prüfung der Bagatellgrenze, Anzahl der Einleitungsstellen mit $Q_{15(1)} < 10$ l/s [Stk]	3	3
Anzahl der Einleitungsstellen mit hydraul. Sanierungsbedarf [Stk.]	40	38
erforderliches Gesamtrückhaltevolumen [m ³]	11.595	7.216
maximal erforderliches Einzelrückhaltevolumen [m ³]	1.336	992
Anteil der Rückhaltevolumen ≤ 50 m ³ [%]	5	16
mittleres spezifisches Rückhaltevolumen [m ³ /ha A_{ij}]	311	216
mittlere zulässige Einleitungsabflusspende $q_{E1,zul}$ [l/(s ha)]	pauschal gem. Tab.2.8: 3	22

Der Anteil der erforderlichen Rückhaltevolumen ≤ 50 m³ liegt je nach Untersuchungsvariante / Nachweisverfahren zwischen 5 und 24 % der sanierungsbedürftigen Einleitungsstellen. Dieser Anteil ist im EZG Nette im Vergleich zum EZG Wahnbach gering. Ursächlich hierfür sind die relativ großen Flächeneinheiten, die den einzelnen Einleitungsstellen zuzuordnen sind. Hier wirken sich u. a. die Existenz von Bundesautobahnen und der hohe Anteil an Bundesstraßen im EZG aus.

A 3.2.4 Sanierungsbedarf

Im Bild A 3.6 ist der Sanierungsbedarf der erfassten Einleitungsstellen der klassifizierten Straßen im EZG Nette als Ergebnis der stofflichen und hydraulischen Betrachtung zusammenfassend dargestellt. Bei knapp 44 % der Einleitungsstellen besteht im EZG Nette demnach formal ein Sanierungsbedarf. Bei der Festlegung des erforderlichen Umfangs der Sanierungsmaßnahmen sind die weiteren Bearbeitungsschritte der Planungsmethodik gem. Bild 3.1 bzw. 3.2 zu beachten.

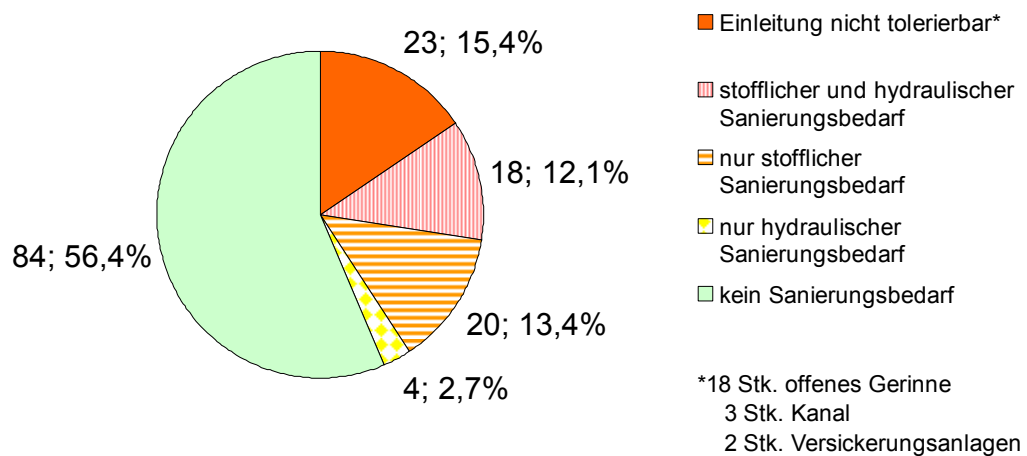


Bild A 3.6: Sanierungsbedarf gem. stofflicher und hydraulischer Prüfung nach ESOG

A 3.3 Wahl der Maßnahmen - Beispiele

A 3.3.1 Beispiel 1: Einleitung in Quellbereich (5109|1090, EZG Wahnbach)

1.) Stoffliche Betrachtung

Abflussbelastung/Belastungspunkte (Kapitel 2.2.3, Tab. 2.3)

Der angeschlossene Straßenabschnitt an der Einleitungsstelle 5109|1090 im EZG Wahnbach gehört zur B 56 mit einer DTV von 2.000-15.000 Kfz / d. Die Abflussbelastung ist als „Stark belastetes Niederschlagswasser“ zu klassifizieren. Daraus resultieren folgende Belastungspunkte:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
3	2	3

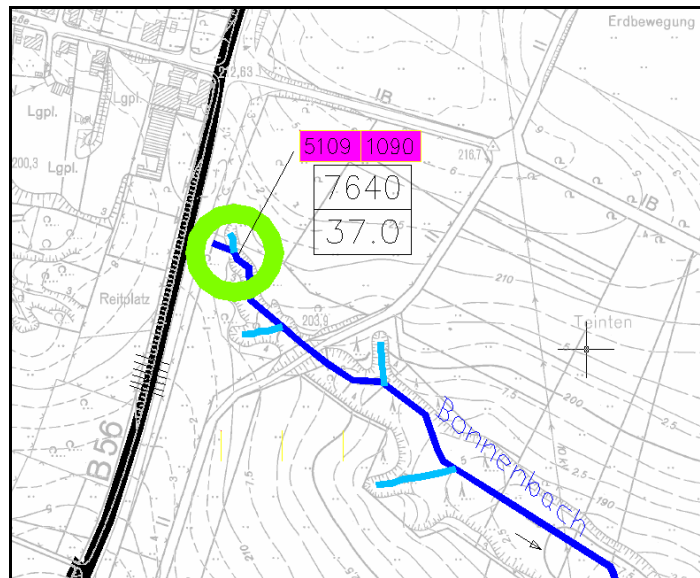
Einleitsituation/Einleitungspunkte (Kapitel 2.2.3, Tab. 2.4)

Einleitung erfolgt in den Quellbereich des Bonnenbaches. Das ist ein von „Einleitung frei zu haltender Gewässerabschnitt gem. Definition“ in Kapitel 2.1.2 bzw. BWK M3:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
-	-	-

Unterhalb des Quellbereiches sind Einleitungspunkte gem. Tab. 2.4 nach „Emissionsanforderungen“* für den Bonnenbach zu berücksichtigen:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
1*	1*	1*



Ergebnis der stofflichen Betrachtung

Die Einleitung erfolgt in einen Gewässerabschnitt, der von Einleitungen frei zu halten ist (Kapitel 2.1.2.2). Die Einleitungsstelle ist „nicht tolerierbar“. Wird die Einleitungsstelle verlegt, d. h. erfolgt die Einleitung z. B. in einen stromabwärts gelegenen Gewässerabschnitt des Bonnenbaches kann mit den Emissionsanforderungen* bilanziert werden:

Belastungspunkte – Einleitungspunkte*:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
2	1	2

(* gem. Emissionsanforderungen nach Tab. 2.4)

Die vorhandene Einleitungssituation wird als Einleitungstyp „offenes Gerinne“ klassifiziert und als Behandlungsanlage A2 gem. Tab. 2.5 bewertet. Dazu gehören folgende Behandlungspunkte:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
0-1	1	1-2

Der Vergleich „Belastungspunkte – Einleitungspunkte \leq Behandlungspunkte“ lässt auf den Sanierungsbedarf schließen und ermöglicht die Auswahl einer geeigneten Behandlungsanlage gem. Tab. 2.5. Für die Stoffgruppe „Partikuläre Stoffe“ liegt ein Sanierungsbedarf vor (Belastungspunkte abzüglich der Einleitungspunkte ergibt 2 Punkte, denen max. 1 Behandlungspunkt gegenüber steht).

2.) Hydraulische Betrachtung

Angeschlossene Flächen: befestigte Fläche 2.832 m², unbefestigte Fläche 4.812 m²

Vorhandene Regenspende $r_{15(1)} = 113,9 \text{ l/(s ha)}$

Daraus berechnet sich der maßgebende, vorhandene Einleitungsabfluss $Q_{E1,vorh}$ unter Berücksichtigung von mittleren Abflussbeiwerten zu

$$Q_{E1,vorh} = (2.832 \text{ m}^2 \times 0,9 + 4.812 \text{ m}^2 \times 0,3) / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 113,9 \text{ l/(s ha)} \approx 46 \text{ l/s}$$

Prüfung der Bagatellgrenzen gem. Kapitel 2.4.3.1:

MQ Bonnenbach $\ll 50 \text{ m}^3/\text{s}$

Einleitungsabfluss 46 l/s $> 10 \text{ l/s}$

$$A_u = (2.832 \text{ m}^2 \times 0,9 + 4.812 \text{ m}^2 \times 0,3) = 3.992 \text{ m}^2 > 2000 \text{ m}^2$$

D. h., die Bagatellgrenzen sind bei der Einleitungsstelle 5109|1090 nicht relevant.

Vereinfachter Nachweis nach BWK-M3:

Mit $H_{q1,pnat} = 270 \text{ l/(s km}^2)$ [gem. BWK-M3, Anhang Nr. 4], $x = 0,1$ und $\alpha = 0,019$ ergibt sich $q_{E1,zul} = 17,2 \text{ l/(s ha)}$

$$\Rightarrow Q_{E1,zul} = q_{E1,zul} \times A_u = 17,2 \text{ l/(s ha)} \times 3.992 \text{ m}^2 / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \approx 7 \text{ l/s} < Q_{E1,vorh} = 46 \text{ l/s}$$

Der vorhandene Einleitungsabfluss ist größer als der zulässige Einleitungsabfluss. Eine Rückhaltung ist erforderlich.

3.) Sanierungsmaßnahmen und Kostenschätzung

Die Einleitungsstelle wird 90 m stromabwärts verlegt. Hierzu wird ein offenes Gerinne in Erdbauweise gebaut, das den Straßenabfluss aufnimmt und dem Gelände folgend parallel zum Gewässerverlauf bis zur neuen Einleitungsstelle ableitet. Vor der Einmündung in den Bonnenbach wird als Rückhaltebecken und Behandlungsanlage eine Teilversickerung in einem Mulden-Rigolen-System (A3) installiert. Diese Anlage weist für partikuläre Stoffe 4 Behand-

lungspunkte auf. Das erforderliche Rückhaltevolumen von rd. 60 m³ (für n = 0,5 1/a) wird überwiegend oberirdisch in der Mulde umgesetzt. Die Einleitung in den Bonnenbach wird beim Rigolenabfluss auf 7 l/s gedrosselt. Die Netto-Baukosten für die Sanierung der Einleitungsstelle 5109|1090 werden zu insgesamt 16.000 € geschätzt.

A 3.3.2 Beispiel 2: Einleitung direkt ins Gewässer (460305|190, EZG Nette)

1.) Stoffliche Prüfung

Abflussbelastung/Belastungspunkte (Kapitel 2.2.3, Tab. 2.3)

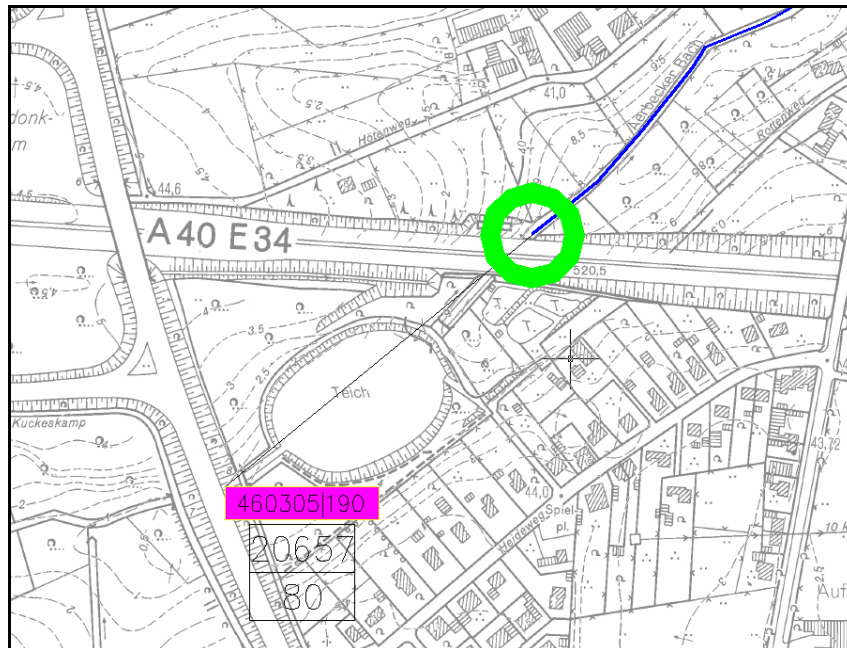
Der angeschlossene Straßenabschnitt an der Einleitungsstelle 460305|190 im EZG Nette gehört zur A 40 mit einer DTV von > 15.000 Kfz / d. Die Abflussbelastung ist als „Stark belastetes Niederschlagswasser“ zu klassifizieren. Die zugehörigen Belastungspunkte ergeben sich gem. Tab. 2.3:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
4	3	3

Einleitsituation/Einleitungspunkte (Kapitel 2.2.3, Tab. 2.4)

Die Einleitung erfolgt in den Aerbeckerbach. Hier gelten die „Emissionsanforderungen“ mit folgenden Einleitungspunkten:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
1	1	1



Ergebnis der stofflichen Prüfung

Die Bilanzierung „Belastungspunkte – Einleitungspunkte“ ergibt folgende Punkte:

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
3	2	2

Die vorhandene Einleitungssituation wird als Einleitungstyp „Direkt ins Gewässer“ klassifiziert. Eine Behandlungsanlage ist nicht vorhanden, so dass keine Behandlungspunkte vorliegen (Tab. 2.5):

Partikuläre Stoffe	Gelöste Stoffe	MKW
0	0	0

Der Vergleich „Belastungspunkte – Einleitungspunkte \leq Behandlungspunkte“ lässt auf den Sanierungsbedarf schließen und ermöglicht die Auswahl einer geeigneten Behandlungsanlage gem. Tab. 2.5. Es liegt an der Einleitungsstelle 460305|190 bei allen Stoffgruppen ein stofflicher Sanierungsbedarf vor.

2.) Hydraulische Betrachtung

Angeschlossene Flächen: befestigte Fläche 16.526 m², unbefestigte Fläche 4.131 m²

Vorhandene Regenspende $r_{15(1)} = 102,8 \text{ l/(s ha)}$

Daraus berechnet sich der maßgebende, vorhandene Einleitungsabfluss $Q_{E1,vorh}$ unter Berücksichtigung von mittleren Abflussbeiwerten zu

$$Q_{E1,vorh} = (16.526 \text{ m}^2 \times 0,9 + 4.131 \text{ m}^2 \times 0,3) / 10.000 \text{ m}^3/\text{ha} \times 102,8 \text{ l/(s ha)} \approx 166 \text{ l/s}$$

Prüfung der Bagatellgrenzen gem. Kapitel 2.4.3.1:

MQ Aerbeckerbach $\ll 50 \text{ m}^3/\text{s}$

Einleitungsabfluss 166 l/s $> 10 \text{ l/s}$

$$A_u = (16.526 \text{ m}^2 \times 0,9 + 4.131 \text{ m}^2 \times 0,3) = 16.113 \text{ m}^2 > 2000 \text{ m}^2$$

D. h., die Bagatellgrenzen sind bei der Einleitungsstelle 460305|190 nicht relevant.

Vereinfachter Nachweis nach BWK M3:

Mit $H_{q1,pnat} = 150 \text{ l/(s km}^2)$ [gem. BWK-M3, Anhang Nr. 4], $x = 0,1$ und $\alpha = 0,007$ ergibt sich

$$q_{E1,zul} = 22,2 \text{ l/(s ha)}$$

$$\Rightarrow Q_{E1,zul} = q_{E1,zul} \times A_u = 22,2 \text{ l/(s ha)} \times 16.113 \text{ m}^2 / 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \approx 52 \text{ l/s} < Q_{E1,vorh} = 166 \text{ l/s}$$

Der vorhandene Einleitungsabfluss ist größer als der zulässige Einleitungsabfluss. Eine Rückhaltung ist erforderlich.

3.) Sanierungsmaßnahmen und Kostenschätzung

Für die stoffliche und hydraulische Sanierung wird ein Retentionsbodenfilterbecken (RBF) vorgesehen. Die Behandlungspunkte des RBF gem. Tab. 2.5 (partikuläre Stoffe = 4, gelöste Stoffe = 2-3, MKW = 3-4) sind ausreichend. Die Nettobaukosten der Anlage werden auf Basis eines spezifischen Preises von 12,40 €/m² A_u mit rd. 200.000 € abgeschätzt.

A 4.1 Beispiele gebauter Anlagen

A 4.1.1 Versickerungsmulden - AK Köln-West

Name der Anlage	Versickerungsmulden AK Köln-West; km 62,8 (A 4 / A 1)
Anlagen Typ	Versickerungsmulden
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 4
DTV	87700
von km (xx+xxx,xx)	62+523,00
bis km (xx+xxx,xx)	63+453,00
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	59370 / 43610
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	10/2003
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	10/2003
Netto-Baukosten	k.A. [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	0,4 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	0,2 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	725,0 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	bindiger Boden ; wurde ausgetauscht
Durchlässigkeitsbeiwert k_F -Wert	$1,0 \cdot 10^{-4}$ [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	kein Absetzbereich [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	131 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	725 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	s.o. [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	150 / 120 [m]
Breite	2,0 / 4,0 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	0,4 [m]
Böschungsneigung	01:02 [1:m]
Volumen Absetzbereich	entfällt [m ³]
Fläche Absetzbereich	entfällt [m ²]
Abdichtung/Material	entfällt
Art der Drosselung	entfällt
Art der Zuleitung	entfällt
Bepflanzung	Raseneinsaat in Mulde
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	entfällt
Sickerfläche A_s	780 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Lage im Einschnitt	
Abfang-/Rückhaltegräben oberhalb des Geländeeinschnittes	
Besondere Befunde	

Name der AnlageVersickerungsmulden AK Köln-West;
km 62,8 (A 4 / A 1)

Anlagen Typ

Versickerungsmulden

BilderBild 1: Versickerungsmulden im
Einschnittsbereich mit SchwellenBild 2: Abfanggraben oberhalb der
Böschung / des Einschnittes

A 4.1.2 Versickerungsgraben mit Querriegel – Holzmühlheim

Name der Anlage	Versickerungsgraben Ausbau Knoten B 51/K 39/K 80 - Holzmühlheim
Anlagen Typ	Versickerungsgraben mit Querriegeln
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen
Straße	B 51/K 39/K 80
DTV	ca. 4000
von km (xx+xxx,xx)	0+00,00
bis km (xx+xxx,xx)	0+83,00
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	2551983 / 5596269
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	08/2004
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	08/2004
Netto-Baukosten (Stand: 27.05.2003, nur Anlage des Grabens)	1.500,00 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	29,2 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	0,3 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	entfällt [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	110,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	8,0
KOSTRA Zeile-Nr.	61,0
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	Schluffe
Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert	0,000001 [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	1 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	entfällt [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	9 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	28 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	9 [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	15 [m]
Breite	2,5 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	0,6 [m]
Böschungsneigung	1,5 [1:m]
Volumen Absetzbereich	8,5 [m ³]
Fläche Absetzbereich	28 [m ²]
Abdichtung/Material	belebte Bodenzone, 20cm
Art der Drosselung	entfällt
Art der Zuleitung	Betonrohr DN 300, l = 1,35 %
Bepflanzung	keine planmäßige
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	befestigte, durchlässige Querriegel
Sickerfläche A_s	38 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Besondere Befunde	
Retentionsmaßnahme vor Einleitung in Fließgewässer	

Name der Anlage	Versickerungsgraben
Anlagen Typ	Ausbau Knoten B 51/K 39/K 80 - Holzmühlheim
	Versickerungsgraben mit Querriegeln

Bilder

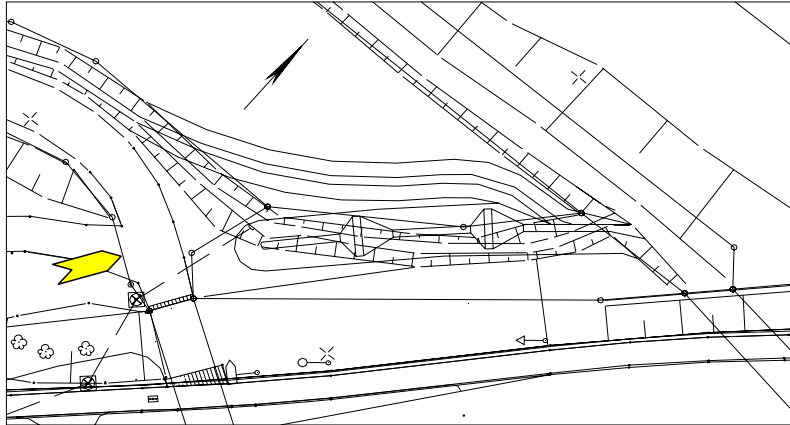


Bild 1: Lageplanausschnitt
(Quelle: Bauentwurf Ausbau Knoten B 51/ K 39/ K80, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen, 2003)

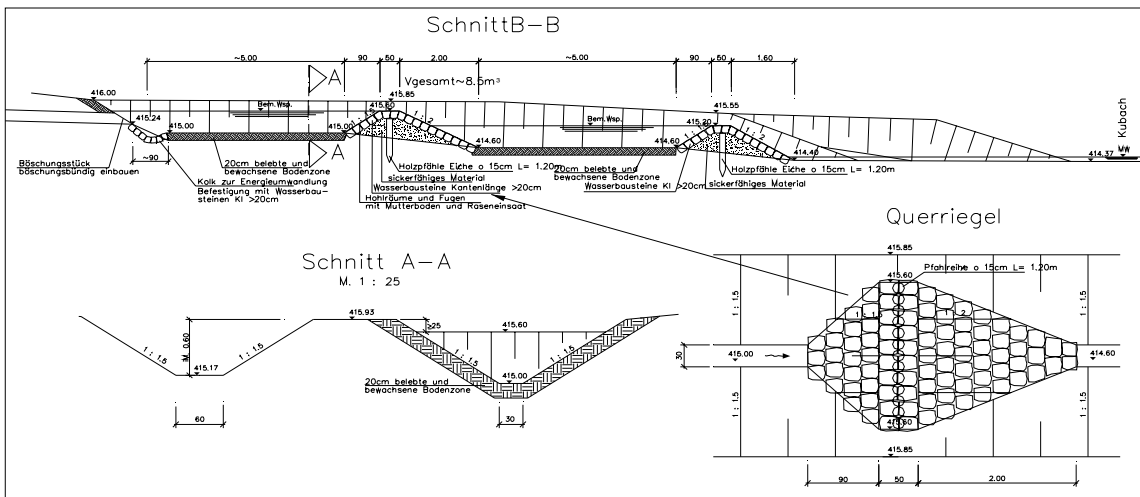


Bild 2: Längsschnitt und Details des Versickerungsgrabens
(Quelle: Bauentwurf Ausbau Knoten B 51/ K 39/ K80, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen, 2003)



Bild 3: Versickerungsgraben mit Querriegeln, Blick in Längsrichtung

A 4.1.3 Versickerungsgraben mit Querriegeln - A4 bei Aachen

Name der Anlage	Versickerungsgraben A 4 bei Aachen
Anlagen Typ	Versickerungsgraben mit Querriegeln
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Aachen
Straße	BAB A 4
DTV	61000
von km (xx+xxx,xx)	25+985
bis km (xx+xxx,xx)	27+430
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	25 26500 / 56 33420
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	02/2004 (gesamter Abschnitt A 4)
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	12/2002 (nördliche Fahrstreifen)
Netto-Baukosten (Gesamtkosten Abschnitt 1 + 2 inkl. Straßenbau)	19,65 Mio [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	4,6 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	1,9 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	entfällt [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	Tallehm: Feinsand schluffig / stark schluffig
Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert	$1,3 \cdot 10^{-5}$ bis $3,6 \cdot 10^{-6}$ [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	1 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	entfällt [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	903 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	468 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	903 [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	1445 [m]
Breite	0,50 (Sohlbreite des Grabens) [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	0,5 [m]
Böschungsneigung	1:1,5 [1:m]
Volumen Absetzbereich	entfällt [m ³]
Fläche Absetzbereich	entfällt [m ²]
Abdichtung/Material	entfällt
Art der Drosselung	durchlässige Querriegel
Art der Zuleitung	Abfluss über Böschungsschulter
Bepflanzung	Rasenansaat (bis jetzt)
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	Querriegel aus Wasserbausteinen, geschüttet, ungedichtet mit Kerndichtung
Sickerfläche A_s	1445 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Lage unterhalb der Autobahnböschung	
Besondere Befunde	
Einleitungsstelle ins Gewässer bei Endpunkt des Retentionsgrabens	

Name der Anlage

Versickerungsgraben A 4 bei Aachen

Anlagen Typ

Versickerungsgraben mit Querriegeln

Bilder

Bild 1: Ansicht Versickerungsgraben am Böschungsfuss; rechts Böschung der A 4



Bild 2: Detail Querriegel aus Wasserbausteine

A 4.1.4 Versickerungsgraben mit Querriegeln - Petershagen L770n

Name der Anlage	Neubau der L 770 n, Petershagen - Landesgrenze, Bauabschnitt 6.1
Anlagen Typ	Versickerungsgraben mit Querriegeln
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Minden
Straße	L 770 n
DTV	ca. 7000
von km (xx+xxx,xx)	4+650,00
bis km (xx+xxx,xx)	5+720 (Ende Mulden), 6+880 (Kreuzung mit K 38)
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	1.698 / 4.482
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	Freigabe bis Kreuzung mit K38 12/2004
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	12/2004
Netto-Baukosten (Gesamtbaukosten inkl. Straße, Stand: Dez. 2004)	≈ 3,7 Mio. [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	0,2 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	0,1 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	680-700 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100 und 150 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	sandiger Lehm
Durchlässigkeitsbeiwert k_F -Wert	$1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	entfällt [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	37 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	274 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	37 [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	≈ 200 [m]
Breite	≈ 1,0 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	0,19 [m]
Böschungsneigung	1 : 1,5 (Regelböschungsneigung) [1:m]
Volumen Absetzbereich	entfällt [m ³]
Fläche Absetzbereich	220 westlich der Riehe [m ²]
Abdichtung/Material	entfällt
Art der Drosselung	Querriegel aus Wasserbausteinen
Art der Zuleitung	über Bankette / Böschung, breitflächig
Bepflanzung	keine geplante
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	entfällt
Sickerfläche A_s	200 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Besondere Befunde	
Wasserschutzgebiet Zone III	
Aufnehmende Gewässer: Riehe durchfließt ehemalige Kiesgrube im Wasserschutzgebiet und mündet dann in die Gehle.	
Einleitungsstelle direkt in die Gehle ohne Behandlungsanlage, da Einleitungsstelle im Hochwasser-/Überflutungsbereich liegt.	

Name der AnlageNeubau der L 770 n, Petershagen - Landesgrenze,
Bauabschnitt 6.1

Anlagen Typ

Versickerungsgraben mit Querriegeln

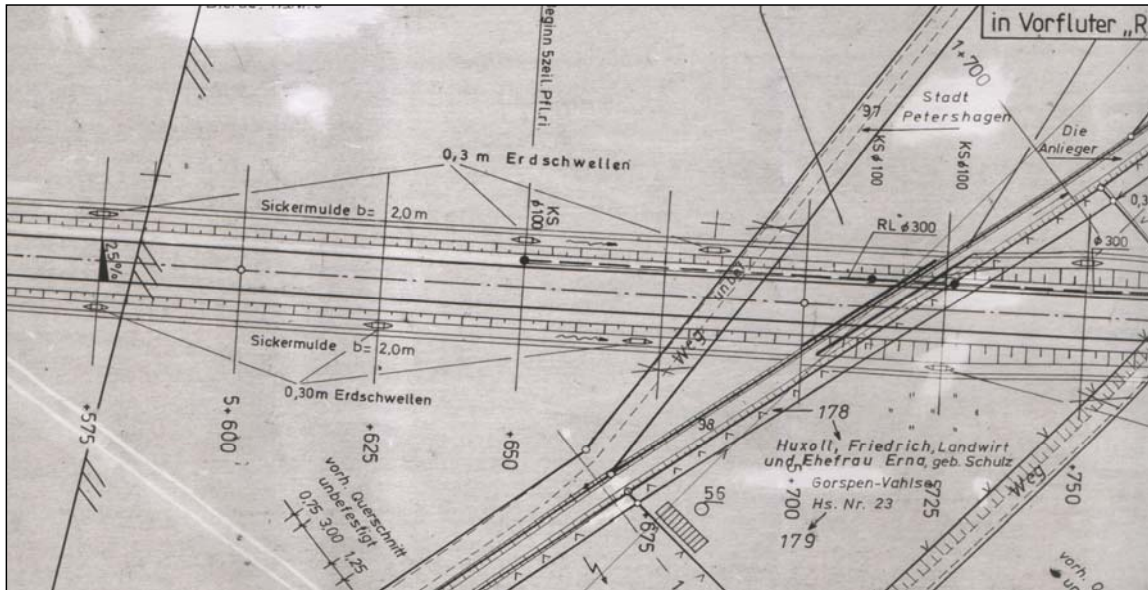
Bilder

Bild 1: Ausschnitt Lageplan

(Quelle: Vorentwurf Neubau L770, Bauabschnitt 6, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Minden, 2003)



Bild 2: Versickerungsgraben, Neubau L770, Bauabschnitt 6, Landesbetrieb Straßen NRW, Oktober 2005

A 4.1.5 Versickerungsgraben mit Rigole – Euskirchen B266/B477

Name der Anlage	Versickerungsgraben Kreisverkehrsplatz B266/B477
Anlagen Typ	Versickerungsgraben mit Rigole
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen
Straße	B266/B477
DTV	13200
von km (xx+xxx,xx)	0+000,00
bis km (xx+xxx,xx)	3+999,414
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	2543372 / 5605235
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	06/2005
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	06/2005
Netto-Baukosten (Stand Januar 2005)	505.000,00 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	0,3 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	0,2 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	entfällt [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	9,0
KOSTRA Zeile-Nr.	60,0
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	Kies, schluffig, tonig
Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert	0,0001 [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	0,5 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	18,0 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	183 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	780 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	143 [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	ca. 40,2 [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	85 [m]
Breite	1,2 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	0,25 [m]
Böschungsneigung	1,5 [1:m]
Volumen Absetzbereich	14,1375 [m ³]
Fläche Absetzbereich	31,5 [m ²]
Abdichtung/Material	40 cm Drainagekies 2-63 mm, Geotextil
Art der Drosselung	Rohrdrossel, DN 200, Länge 30 m
Art der Zuleitung	Rohrleitung DN 300 B, Länge 40,10 m, I= 3,5 %
Bepflanzung	Rasenansaat
Füllmaterial	Kies-Sand-Gemisch 0/32
Dränagesystem Rohrbez. und DN	Teilfilterrohr DN 150 [mm]
besondere konstruktive Merkmale	Querriegel aus wasserdurchlässiger Steinschüttung: Wasserbausteine Güteklasse II, Kombination aus Absetz und Filtergraben
Betriebliche Merkmale	
Besondere Befunde	

Name der Anlage

Versickerungsgraben Kreisverkehrsplatz B266/B477

Anlagen Typ

Versickerungsgraben mit Rigole

Bilder

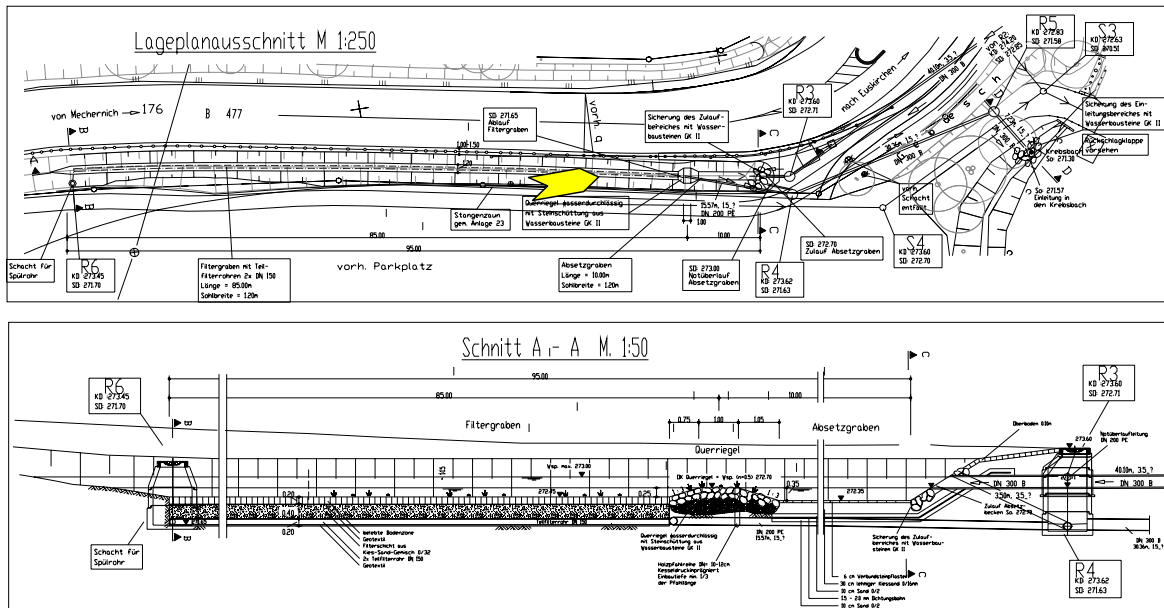


Bild 1: Ausschnitt Lageplan und Längsschnitt (A-A)

(Quelle: Bauentwurf Kreisverkehrsplatz-Mechernich-Mühlental, B 266/B 477, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen, 2004)



Bild 2: Versickerungsgraben, Blick in Längsrichtung auf Querriegel aus Wasserbausteinen zwischen Versickerungsgraben und Absetzgraben mit Dauerstaubereich

A 4.1.6 Versickerungsbecken – Köln-Bocklemünd

Name der Anlage	Versickerungsbecken Neubau B59n zwischen Pulheim und Köln-Bocklemünd
Anlagen Typ	Versickerungsbecken
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen
Straße	Neubau B 59n
DTV	20300
von km (xx+xxx,xx)	26+424,904
bis km (xx+xxx,xx)	26+550,000
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	2558893 / 5649988
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	09/2004
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	12/2005
Netto-Baukosten (Stand Januar 2005)	130.000,00 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	23,1 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	23,1 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	entfällt [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	102,8 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	9,0
KOSTRA Zeile-Nr.	55,0
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	kiesiger Fein-/Grobsand bis sandiger Fein-/Grobkies
Durchlässigkeitsbeiwert k_F -Wert	0,0001 [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	9,0 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	576 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	25 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	25 [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	45 [m]
Breite	12,8 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	1 [m]
Böschungsneigung	3 [1:m]
Volumen Absetzbereich	320 [m ³]
Fläche Absetzbereich	245 [m ²]
Abdichtung/Material	geosynthetische Tondichtungsbahn
Art der Drosselung	entfällt
Art der Zuleitung	Rohrleitung DN 600
Bepflanzung	keine planmäßige
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	entfällt
Sickerfläche A_s	576 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Besondere Befunde	

Name der Anlage	Versickerungsbecken Neubau B59n zwischen Pulheim und Köln-Bocklemünd
Anlagen Typ	Versickerungsbecken

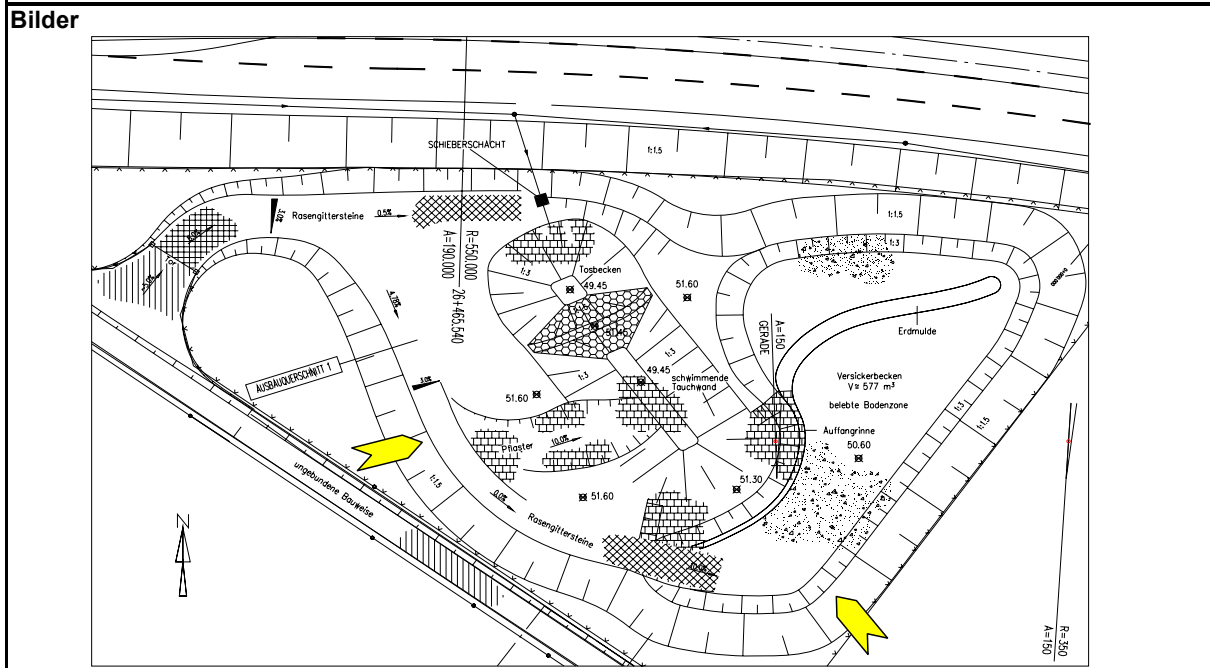


Bild 1: Ausschnitt Lageplan

(Quelle: Bauentwurf Sickerbecken Neubau B 59 Pulheim-Köln-Böcklemünd, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Euskirchen, 2003)



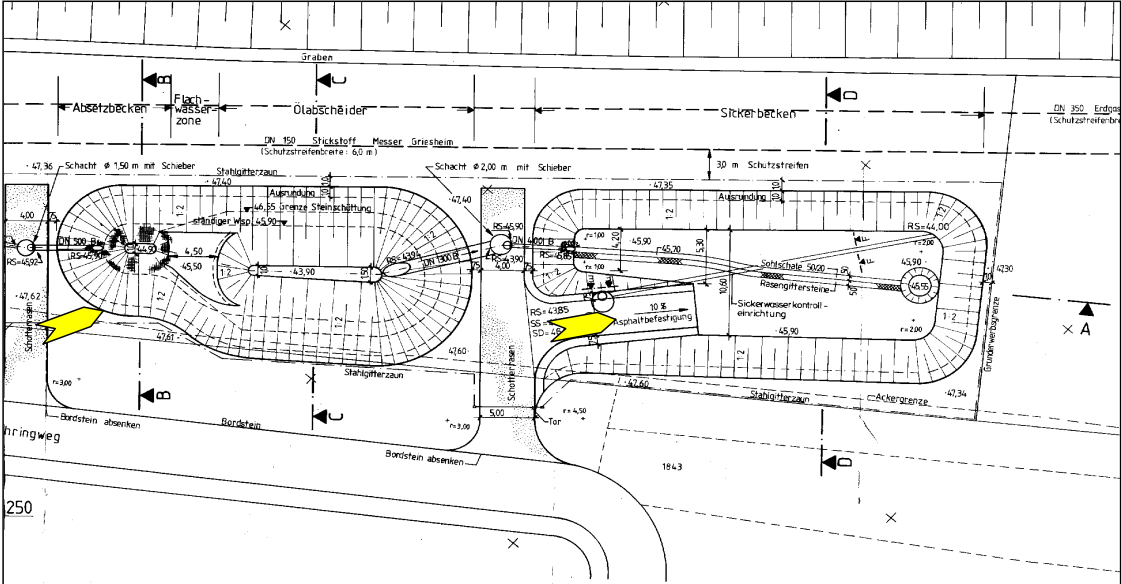


Bild 2: Absetzbecken mit beweglicher Tauchwand (Bildmitte) und Versickerbecken (rechter Bildrand)



Bild 3: Unterhaltungsweg aus Rasengittersteinen und gepflasterte Zufahrtsrampe zum Absetzbecken

A 4.1.7 Versickerungsbecken – Köln-Pesch A57

Name der Anlage	Versickerungsbecken Köln-Pesch, Behringweg; A 57 km 110,1 / VB / AL
Anlagen Typ	Versickerungsbecken
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	A 57
DTV	117700
von km (xx+xxx,xx)	110+100,00
bis km (xx+xxx,xx)	110+100,00
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	61945 / 52435
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	1994
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	1994
Netto-Baukosten	ca. 250.000 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	1,6 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	1,3 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	725,0 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	bis 1,60 m Sand darunter Kiese, Grobsande und Sande
Durchlässigkeitsbeiwert k_F -Wert	Bodenmischung im Sickerbecken eingebaut $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Bemessungshäufigkeit n	0,5 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	9 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	230 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	182 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	92 [m]
Breite	30 [m]
max. Einstauhöhe	0,4 [m]
Böschungsneigung	1:2 [1:m]
Volumen Absetzbereich	19 [m ³]
Fläche Absetzbereich	45,2 [m ²]
Abdichtung/Material	HDPE - Folie
Art der Drosselung	entfällt
Art der Zuleitung	Transportrohr DN 400
Bepflanzung	Binsen, Schilf
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt da Sickerbecken [mm]
besondere konstruktive Merkmale	Absetz- und Tosbereich ist befestigt (Pflasterung), Randbefestigung aus Wasserbausteinen
Sickerfläche A_s	300 [m ²]

<p>Name der Anlage Anlagen Typ</p>	<p>Versickerungsbecken Köln-Pesch, Behringweg; A 57 km 110,1 / VB / AL Versickerungsbecken</p>
<p>Betriebliche Merkmale Trennung von Tos- und Absetzbereich Abscheidfunktion durch Rohrverbindung mit Zulauf unter Wasserspiegel Sickerstrang mit Kontrollschacht</p>	
<p>Besondere Befunde</p>	
<p>Bemerkungen</p>	
<p>Bilder</p> 	
<p>Bild 1: Ausschnitt Lageplan (Quelle: Bauentwurf Versickerbecken Köln-Pesch, BAB A 57, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln, 1994)</p>	
	<p>Bild 2: Absetzbereich mit Böschung aus Wasserbausteinen; Dauerstaubereich gepflastert; Tos- und Absetzbereich getrennt durch Querriegel aus Wasserbausteinen mit Röhrichtpflanzung</p>
<p>Bild 3: Versickerungsbereich / -becken mit geschlossener Pflanzendecke</p> 	

A 4.1.8 Versickerungsbecken – Köln-Lövenich A1

Name der Anlage	Retentionsbodenfilter- und Versickerungsbecken Köln-Lövenich; A1 km 420,35
Anlagen Typ	Versickerungsbecken
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 1
DTV	103900
von km (xx+xxx,xx)	120
bis km (xx+xxx,xx)	129,42
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	46000000 / 59775000
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	2004
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	2004
Netto-Baukosten	1.475.302,30 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	17,0 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	8,4 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	725,0 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	durchlässiger Boden
Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert	Filtersubstrat k_f -Wert : $1 \cdot 10^{-4}$ [m/s]
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	18,0 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	1949 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	233 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	s.o. [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	250 [m]
Breite	20-25 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	1,47 [m]
Böschungsneigung	1 : 1,5 [1:m]
Volumen Absetzbereich	544,5 [m ³]
Fläche Absetzbereich	330 [m ²]
Abdichtung/Material	Bentonitmatten
Art der Drosselung	keine
Art der Zuleitung	DN 500
Bepflanzung	Schilf im Bodenfilter, keine im Versickerungsbecken
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	unterirdische Kastenrinne [mm]
besondere konstruktive Merkmale	2 Betonabsetzbecken
Sickerfläche A_s	780 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Retentionsbodenfilterbecken zwischen Betonabsetzbecken und Versickerungsbecken	
beweglicher/schwimmender Leichtstoffabscheider im Betonabsetzbecken	
Trennung von Tosbecken und Absetzbereich	
Besondere Befunde	
Versickerungsbecken mit Probenahmemöglichkeit	

Name der Anlage	Retentionsbodenfilter- und Versickerungsbecken Köln-Lövenich; A1 km 420,35
Anlagen Typ	Versickerungsbecken

Bilder

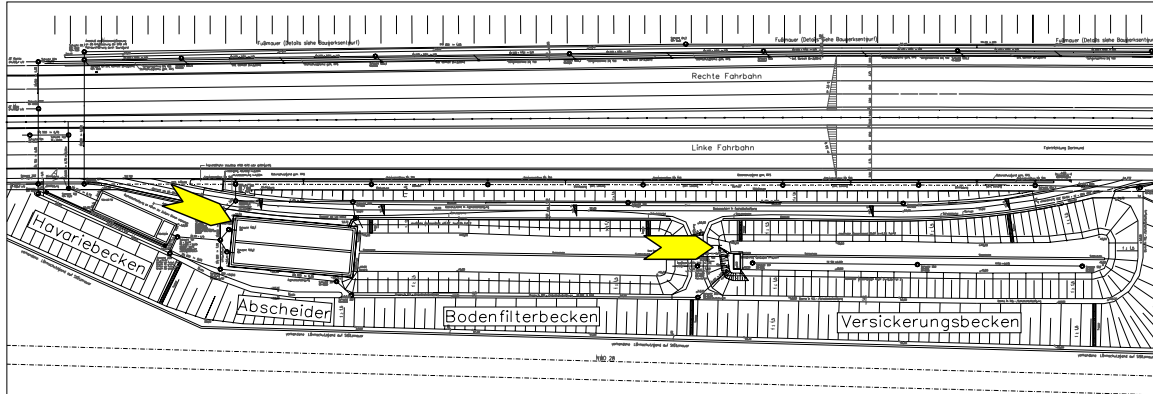


Bild 1: Ausschnitt Lageplan

(Quelle: Baureifmachung, Sickerbecken 5, BAB A1, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln, 2003)



Bild 2: Zweizüiges Betonabsetzbecken mit Tosbecken und schwimmender Tauchwand vor Retentionsbodenfilterbecken; Trennung Tosbecken und Absetzbereich durch Natursteinriegel mit "Pflanzmulde"



Bild 3: Versickerungsbecken unterhalb von Bodenfilterbecken; Einmündungsbereich im Vordergrund mit Absetzbecken; Verteilungsrinne in Beckensohle

A 4.1.9 Versickerungsbecken – Köln-West A4/A1

Name der Anlage	Versickerungsbecken AK Köln - West; km 62,8 (A 4 / A 1)
Anlagen Typ	Versickerungsbecken
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 4
DTV	87700
von km (xx+xxx,xx)	62,8
bis km (xx+xxx,xx)	62,8
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	2559440 / 5643850
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	10/2003
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	10/2003
Netto-Baukosten	353.861,19 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	2,9 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	2,5 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	725,0 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	anstehender Boden; bindiger Boden
Durchlässigkeitsbeiwert k_F -Wert	Bodenaustausch; obere Lage $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	2,2 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	616 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	248 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	s.o. [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	Absetzb. ca. 16,0; Tosb. ca. 8,0 [m]
Breite	Absetzb. ca. 13,0; Tosb. ca. 10,0 [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	ca. 2,00 [m]
Böschungsneigung	1 : 2 [1:m]
Volumen Absetzbereich	450 [m ³]
Fläche Absetzbereich	380 [m ²]
Abdichtung/Material	HDPE - Folie
Art der Drosselung	keine
Art der Zuleitung	Betonrohr DN 400
Bepflanzung	Raseneinsaat in Sickerfläche
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	2 Erdbecken, Ölabscheidfunktion in Schachtbauwerk
Sickerfläche A_s	471 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Tosbeckenbereich von Absetzbereich getrennt	
Ölabscheidung durch Schachtbauwerk	
Besondere Befunde	
unbewachsene Beckenoberfläche	
Erosionsschäden und Verschlammung durch Zufluss von Böschungen	

<p>Name der Anlage Anlagen Typ</p>	<p>Versickerungsbecken AK Köln - West; km 62,8 (A 4 / A 1) Versickerungsbecken</p>
<p>Bilder</p>	
	<p>Bild 1: Ausschnitt Lageplan (Quelle: Bauausführung Sickerbecken E1, BAB A 4, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln, 2003)</p>
	<p>Bild 2: Absetzbecken mit Tos- und Absetzbereich; Trennung durch Steinschüttung mit Pflanzmulde</p>
	<p>Bild 3: Versickerungsbereich mit Zufahrts- / Unterhaltungsrampe mit Rasengittersteinen Verteilungsrinnen im Beckenbereich</p>
	<p>Bild 3: Verschlammung im Versickerungsbereich durch fehlende geschlossene Pflanzendecke</p>
	<p>Bild 4: Erosionsschaden im Versickerungsbecken durch Zufluss von angrenzender Böschung</p>

A 4.1.10 Versickerungsbecken – Köln A4

Name der Anlage	Versickerungsbecken AS Bonnstraße; A 4 km 60,85 / VB
Anlagen Typ	Versickerungsbecken
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 4, AS Bonnstraße bei km 60,85
DTV	66800
von km (xx+xxx,xx)	60+498,271
bis km (xx+xxx,xx)	61+155,032
Rechts-/Hochwert (Anlagenmittelpunkt)	2557500 / 5644100
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	10/2003
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	10/2003
Netto-Baukosten	852.149,35 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	16,8 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	16,5 [ha]
Jahres-Niederschlagshöhe $h_{N,a}$	725,0 [mm]
Basisregenspende $r_{15,1}$	100,0 [l/ s, ha]
KOSTRA Spalte-Nr.	entfällt
KOSTRA Zeile-Nr.	entfällt
Name der Regenreihe und Aufzeichnungsdauer	entfällt
Bodenart	anstehender Boden: bindiger Boden
Durchlässigkeitsbeiwert k_f -Wert	Bodenaustausch, obere Lage: $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Bemessungshäufigkeit n	0,2 [1/a]
Flächenbelastung Absetzbereich q_A	3 [m/h]
Funktionale Merkmale	
Gesamtspeichervolumen V_{ges}	3344 [m ³]
spez. Gesamtspeichervolumen V_{spez}	203 [m ³ /ha Au]
oberirdisches Speichervolumen	s.o. [m ³]
unterirdisches Speichervolumen	entfällt [m ³]
Konstruktive Merkmale	
Länge	185 (Gesamtlänge) [m]
Breite	90 (Gesamtbreite) [m]
max. Einstauhöhe (oberhalb des ständigen Wasserspiegels)	1,75 [m]
Böschungsneigung	1:1,5 innen und 1:3 außen [1:m]
Volumen Absetzbereich	2648 [m ³]
Fläche Absetzbereich	1244 [m ²]
Abdichtung/Material	Bentonitmatten
Art der Drosselung	keine
Art der Zuleitung	kurz vor dem Becken, dann DN 900
Bepflanzung	Raseneinsatz im Sickerbecken
Füllmaterial	entfällt
Dränagesystem Rohrbez. und DN	entfällt [mm]
besondere konstruktive Merkmale	große Erdbeckenanlage
Sickerfläche A_s	2588 [m ²]
Betriebliche Merkmale	
Tosbeckenbereich von Absetzbereich getrennt	
beweglicher, schwimmender Leichtflüssigkeitsabscheider/schwimmende Tauchwand	
Besondere Befunde	
Probenahmemöglichkeit im Versickerungsbecken	
unbewachsene Beckenoberfläche im Sickerbecken	

Name der Anlage	Versickerungsbecken AS Bonnstraße; A 4 km 60,85 / VB
Anlagen Typ	Versickerungsbecken

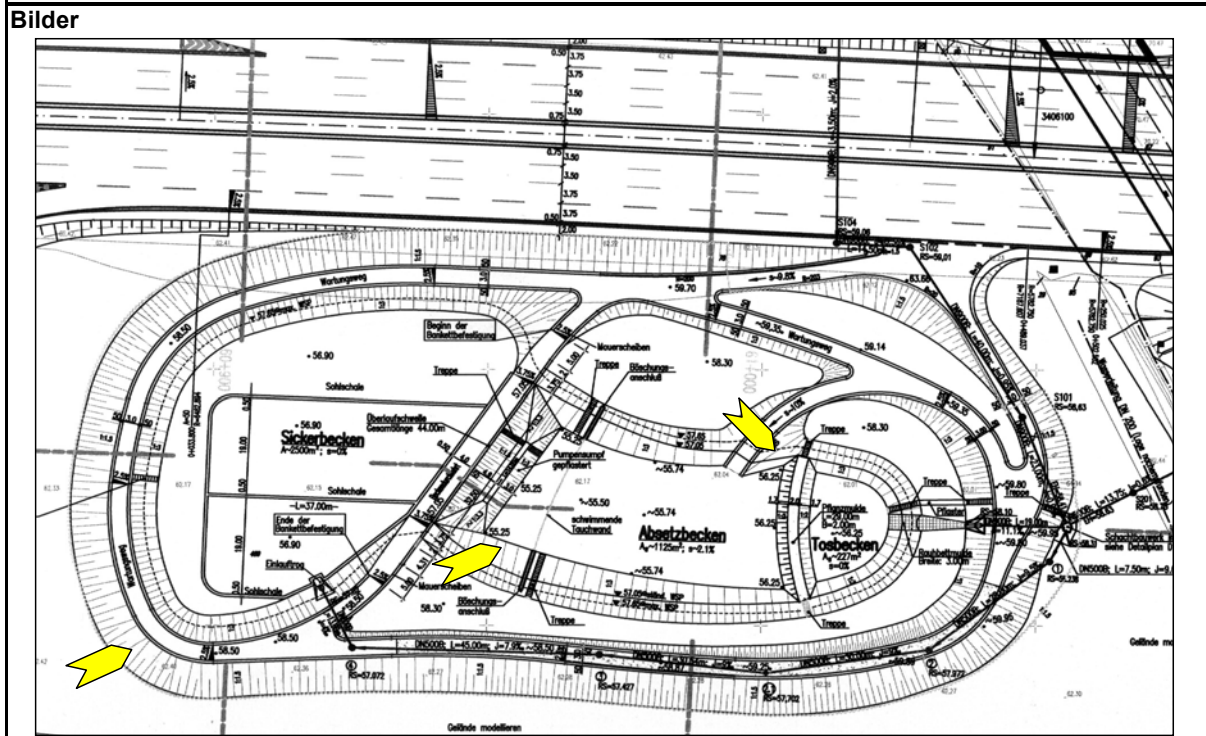


Bild 1: Lageplan

(Quelle: Bauentwurf Versickerungsbecken AS Bonnstr., BAB A 4, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln, 2003)



Bild 2: Ansicht Gesamtanlage
(Versickerungsbecken im Vordergrund)



Bild 3: Tosbeckenbereich
Vordergrund: Trennung von Tos- und Absetzbereich als Steinschüttung mit vorbereiteter Pflanzmulde




Bild 4: Schwimmende Tauchwand aus Kunststoff im Absetzbecken

A 4.1.11 Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A4 „Westhover Weg“

Name der Anlage	Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A 4 "Westhover Weg"
Anlagen Typ	Abscheideanlage nach RiStWag
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 4
DTV	114.000
von km (xx+xxx,xx)	75+600,00
bis km (xx+xxx,xx)	77+000,00
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	ca. 1989
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	ca. 1989
Netto-Baukosten	k.A. [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	7,6 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	6,7 [ha]
Begrenzung Zulauf auf krit. Regenspende	nein
Bemessungsregenspende (KOSTRA): $\Gamma_{15,1}$	113 [l/(s*ha)]
Bemessungszufluss: Q_b (nach Langzeitsimulation)	425 [l/s]
Funktionale Merkmale	
vorh. Oberfläche Abscheideraum: $\Sigma O_{vorh.} = L \cdot (B \cdot n)$	183 [m ²]
vorh. Dauerstauvolumen: $\Sigma V_{vorh.} = L \cdot (B \cdot n) \cdot H$	282 [m ³]
spez. Dauerstauvolumen: $\Sigma V_{vorh.}/A_u$	42 [m ³ /ha Au]
Auffangraum für Leichtflüssigkeiten: $\Sigma V_{Lei} = L \cdot (B \cdot n) \cdot (h_a - 0,1m)$	37 [m ³]
Steiggeschwindigkeit bei Q_b : $v_s = Q_b / O_{vorh.} =$ Oberflächenbeschickung q_A	8,4 [m/h]
horizontale Fließgeschwindigkeit unter Abflusstauwand: v_h	0,054 [m/s]
vertikale Fließgeschwindigkeit hinter Abflusstauwand: v_v	0,035 [m/s]
Konstruktive Merkmale	
Anzahl der Kammern (Becken): n	1 [Stck]
Sedimentationskammer	
Länge je Becken: L (zwischen den Tauchwänden)	22,9 [m]
Breite je Becken: B	8 [m]
Einstautiefe Zulaufbereich (max.)	2,29 [m]
Einstautiefe Beginn Sedimentationskammer	1,79 [m]
Einstautiefe vor Ablauf	1,29 [m]
mittlere Einstautiefe Sedimentationskammer, H	1,54 [m]
Abstand Unterkante Abflusstauwand unter Ablaufhöhe: h_a	0,30 [m]
Verhältnis L / H	14,9 [-]
Verhältnis L / B	2,9 [-]
Verhältnis B / H	5,2 [-]
Zulaufbereich	
DN Zulaufkanal	800 [mm]
Abstand Sohle Zulaufkanal über Ablaufhöhe	0,10 [m]
Lage Zulaufkanal zum Becken	in Beckenachse
Tauchwand zur Sedimentationskammer	ja
Überlauf zur Sedimentationskammer	nein
Länge Zulaufbereich: L_{zu} ¹⁾	2,5 [m]
Ablaufbereich	
Tauchwand zur Sedimentationskammer	ja
Länge Ablaufbereich: L_{ab} ¹⁾	1,5 [m]
Ablauf mit Überlaufschwelle	nein (Kreisrohr)
DN Ablaufkanal	800 [mm]
Ablaufkanal mit Absperrschieber	ja


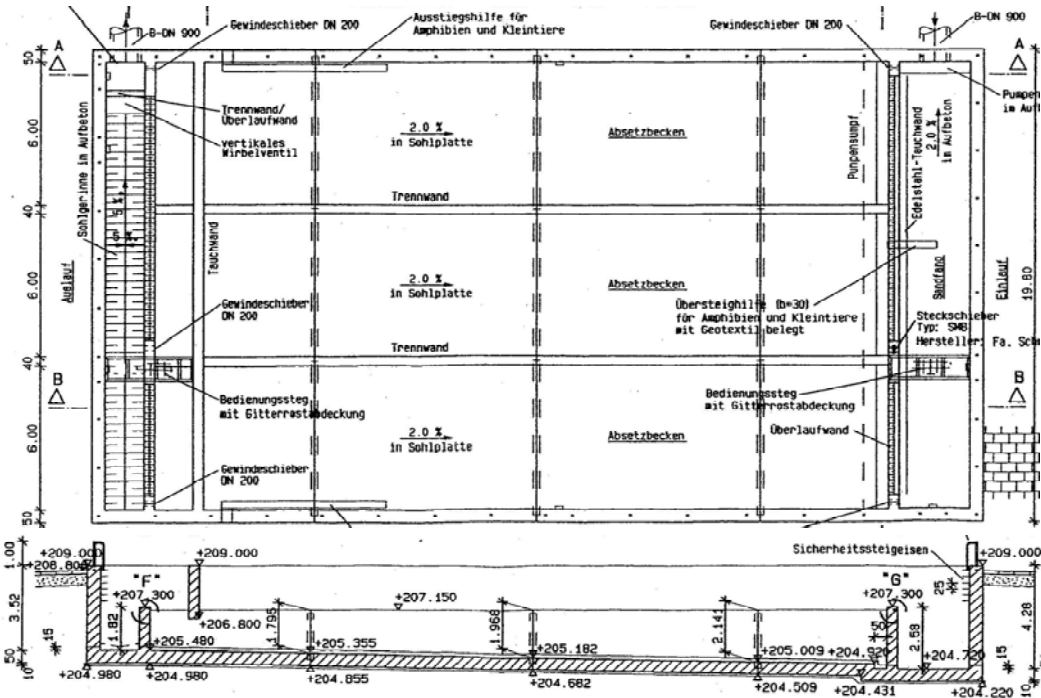
1) gemessen in Beckenachse

<p>Name der Anlage</p> <p>Anlagen Typ</p>	<p>Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A 4 "Westhover Weg"</p> <p>Abscheideanlage nach RiStWag</p>
<p>Betriebliche Merkmale</p> <p>Der Ablauf ist mit einer Pumpenanlage versehen, die bei Hochwasser im Rhein die Vorflut gewährleistet. Die Zulaufkonstruktion bewirkt ein Absinken der Strömung auf die Beckensohle, was bei starken Ereignissen zu einer nachgewiesenen Remobilisierung bereits abgelagerter Sedimente führt.</p>	
<p>Besondere Befunde</p> <p>überschlägliches Sedimentvolumen 58 [m³] spez. Sedimentvolumen 9 [m³/ha Au]</p> <p>Für das Becken wurde in einem Messprogramm eine geringe Reinigungsleistung gegenüber partikulären Inhaltsstoffen im Straßenabfluss nachgewiesen (LANGE et al. [2003]). U.a. folgende frachtgewogenen Wirkungsgrade wurden festgestellt: AFS 13 %, Blei 29 %, Kupfer 7 %, Zink 23 %, PAK 39 %, MKW 35 %</p>	
<p>Bemerkungen</p> <p>Das Becken ist von seiner Konstruktion nicht für die Absetzung von partikulären Stoffen optimiert.</p>	
<p>Bilder</p> <div style="text-align: center;">  <p>Bild 1: Blick vom Zulaufbereich in Richtung Ablauftauchwand</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Bild 2: Draufsicht und Längsschnitt</p> </div>	

A 4.1.12 Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A46 „Rumbeck“



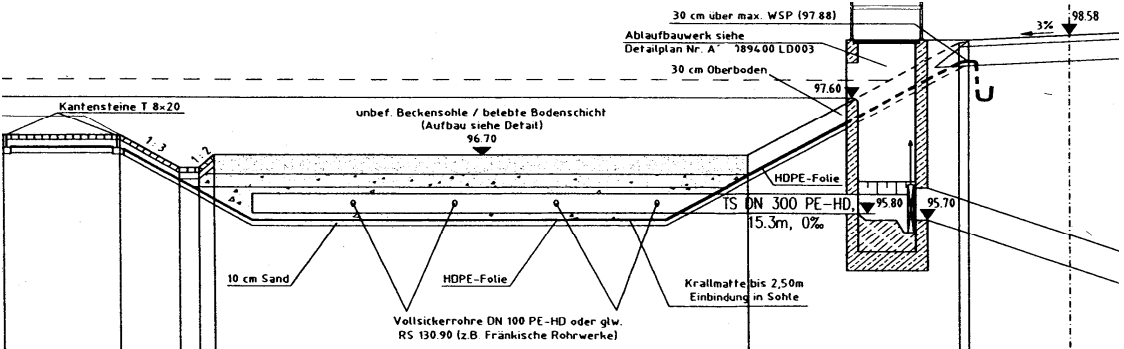
Name der Anlage	Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A 46 "Rumbeck"
Anlagen Typ	Abscheideanlage nach RiStWag (mit integriertem RRB)
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Hamm
Straße	BAB A 46
DTV	12.000 - 13.000
von km (xx+xxx,xx)	66+170,00
bis km (xx+xxx,xx)	69+630,00
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	10/2003
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	11/2003
Netto-Baukosten	k.A. [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	k.A. [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	8,0 [ha]
Begrenzung Zulauf auf krit. Regenspende	nein
Bemessungsregenspende (KOSTRA): $r_{15,1}$	108,3 [l/(s*ha)]
Bemessungszufluss: $Q_b = A_u \cdot r_{15,1} \cdot \Psi_s$, mit $\Psi_s=0,9$	780 [l/s]
Funktionale Merkmale	
vorh. Oberfläche Abscheideraum: $\Sigma O_{\text{vorh.}} = L \cdot (B \cdot n)$	477 [m ²]
vorh. Dauerstauvolumen: $\Sigma V_{\text{vorh.}} = L \cdot (B \cdot n) \cdot H$	1002 [m ³]
spez. Dauerstauvolumen: $\Sigma V_{\text{vorh.}}/A_u$	125 [m ³ /ha Au]
Auffangraum für Leichtflüssigkeiten: $\Sigma V_{\text{Lei}} = L \cdot (B \cdot n) \cdot (h_a - 0,1\text{m})$	119 [m ³]
Steiggeschwindigkeit bei Q_b : $v_s = Q_b / O_{\text{vorh.}}$ = Oberflächenbeschickung q_A	5,9 [m/h]
horizontale Fließgeschwindigkeit unter Abflusstauwand: v_h	0,029 [m/s]
vertikale Fließgeschwindigkeit hinter Abflusstauwand: v_v	0,029 [m/s]
vorh. Retentionsvolumen: $\Sigma V_{\text{Retention, vorh.}} = (L+L_{\text{zu}}+L_{\text{ab}}) \cdot (B \cdot n) \cdot h$	499 [m ³]
spez. Retentionsvolumen: $\Sigma V_{\text{Retention, vorh.}}/A_u$	62 [m ³ /ha Au]
Konstruktive Merkmale	
Anzahl der Kammern (Becken): n	3 [Stck]
Sedimentationskammer	
Länge je Becken: L (zwischen den Tauchwänden)	26,5 [m]
Breite je Becken: B	6 [m]
Einstautiefe Zulaufbereich (Mittel)	2,32 [m]
Einstautiefe Beginn Sedimentationskammer	2,38 [m]
Einstautiefe vor Ablauf	1,82 [m]
mittlere Einstautiefe Sedimentationskammer, H	2,10 [m]
Einstauhöhe über Dauerstau (für Retention), h	0,90 [m]
Abstand Unterkante Abflusstauwand unter Ablaufhöhe: h_a	0,35 [m]
Verhältnis L / H	12,6 [-]
Verhältnis L / B	4,4 [-]
Verhältnis B / H	2,9 [-]
Zulaufbereich	
DN Zulaufkanal	900 [mm]
Abstand Sohle Zulaufkanal über Ablaufhöhe	0,00 [m]
Lage Zulaufkanal zum Becken	quer zur Beckenachse
Tauchwand zur Sedimentationskammer	ja
Überlauf zur Sedimentationskammer	ja
Länge Zulaufbereich: L_{zu} ¹⁾ (Sandfangbreite)	2,8 [m]
Ablaufbereich	
Tauchwand zur Sedimentationskammer	ja
Länge Ablaufbereich: L_{ab} ¹⁾	1,5 [m]
Ablauf mit Überlaufschwelle	ja
DN Ablaufkanal	900 [mm]
Ablaufkanal mit Absperrschieber	ja

1) gemessen in Beckenachse

<p>Name der Anlage</p> <p>Anlagen Typ</p>	<p>Abscheideanlage nach RiStWag, BAB A 46 "Rumbeck" Abscheideanlage nach RiStWag (mit integriertem RRB)</p>				
<p>Betriebliche Merkmale</p> <p>Eine Inspektion des Beckens erfolgt etwa alle 1-2 Monate. Ein Aufmaß des Sedimentvolumens erfolgt 2 x pro Jahr; bei Bedarf erfolgt dann eine Räumung oder Teilräumung. Die Edelstahl Tauchwand im Zulaufbereich wird bei Einstau des Abscheiders überströmt. Vor dem Ablaufkanal ist ein Wirbelventil für die Drosselung der Abflüsse angeordnet.</p>					
<p>Besondere Befunde</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 70%;">überschlägliches Sedimentvolumen</td> <td style="text-align: right;">155 [m³]</td> </tr> <tr> <td>spez. Sedimentvolumen</td> <td style="text-align: right;">19 [m³/ha Au]</td> </tr> </table>		überschlägliches Sedimentvolumen	155 [m³]	spez. Sedimentvolumen	19 [m³/ha Au]
überschlägliches Sedimentvolumen	155 [m³]				
spez. Sedimentvolumen	19 [m³/ha Au]				
<p>Bemerkungen</p> <p>Aufgrund des hohen Anteils an LKW, die mit Sand beladen sind, ist der Sedimenteintrag in die Becken erhöht. Während der Beckenbesichtigung war der Überlauf des RRB angesprungen.</p>					
<p>Bilder</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Bild 1: Blick vom Zulaufbereich in Richtung Ablauftauchwand</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Bild 2: Ausschnitt Lageplan und Längsschnitt</p> <p>(Quelle: Bestandszeichnung Ölabscheider Rumbeck, BAB A 46, Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Hamm, 2002)</p>					



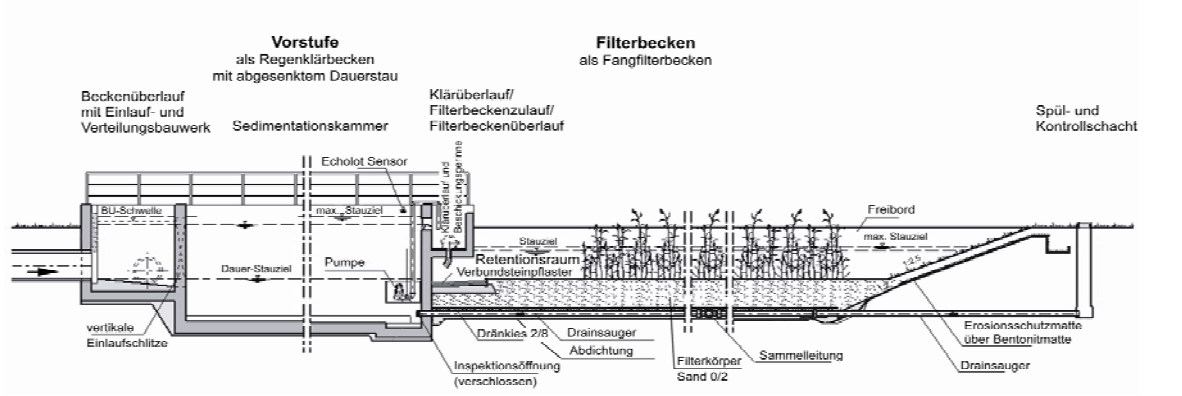
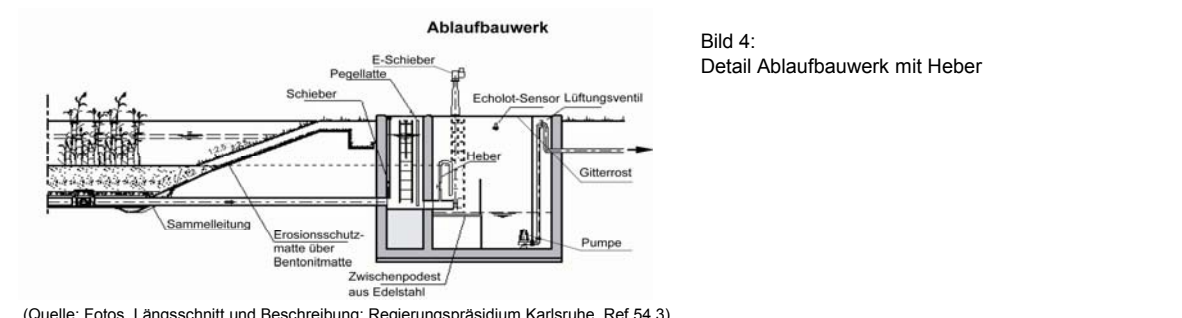
A 4.1.13 Bodenfilterfläche BAB A3 „km 28“

Name der Anlage	Bodenfilterfläche, BAB A 3 "km 28"
Anlagen Typ	Bodenfilterfläche
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 3
DTV	74.500
von km (xx+xxx,xx)	28+000,00
bis km (xx+xxx,xx)	28+950,00
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	2002
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	2004
Netto-Baukosten	309.500,00 [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	5,8 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	2,5 [ha]
Begrenzung Zulauf auf krit. Regenspende	nein
Regenspende (KOSTRA): $r_{15,1}$	113,9 [l/(s*ha)]
Funktionale Merkmale	
vorh. Dauerstauvolumen Vorstufe:	374 [m ³]
spez. Dauerstauvolumen Vorstufe:	147 [m ³ /ha Au]
vorh. Filterfläche: A_F	210 [m ²]
spez. Filterfläche:	83 [m ² /ha Au]
vorh. Speichervolumen RBF: ca.	955 [m ³]
spez. Speichervolumen RBF:	376 [m ³ /ha Au]
Zufluss: $Q_{n=1} = A_u \cdot r_{15,1} \cdot \Psi_S$, mit $\Psi_S=0,9$	260 [l/s]
spez. Zufluss bei $Q_{n=1}$	1,2 [l/(s*m ² A _F)]
Konstruktive Merkmale	
Vorstufe	
Beckentyp	Absetzbecken in Erdbbauweise mit Toszone Abtrennung Tosbecken mit Steinschüttung
Dauerstau	ja
Einstautiefe	1,3 [m]
Tauchwand im Ablauf	schwimmende Tauchwand
DN Zulaufkanal	400 [mm]
Bodenfilterfläche	
Zuleitung	Überlaufwehr vom Absetzbecken
Schwellenlänge	28,1 [m]
Energieumwandlung	gepflasterter Querrinne
Böschungsneigung	1:3 [-]
max. Einstautiefe	1,18 [m]
Lage Retentionsraum	über Filter und Rückstau in die Vorstufe
Filterüberlauf	Überlaufschacht, 3,0 x 1,5 m
Filteraufbau (von oben nach unten):	30 cm "Sickerbeckensubstrat" (Gemisch aus Lavasand, Bims, Basalt und Rindenumus; Ziel kf-Wert $1 \cdot 10^{-4}$ m/s 20 cm Filterkies 0/8mm 30 - 50 cm Dränageschicht Filterkies 8/32 mm
Abdichtung	HDPE-Folie
Dränsystem	Dränsammler DN 300 und Dränsauger DN 100
Dränabstand	2,5 [m]
Filterablauf	ungedrosselt
Art der Drosselung	keine
Filtereinstau	keiner

<p>Name der Anlage</p> <p>Anlagen Typ</p>	<p>Bodenfilterfläche, BAB A 3 "km 28"</p> <p>Bodenfilterfläche</p>
<p>Betriebliche Merkmale</p> <p>Der Zulauf zum Filterbecken wird mit einer Mittelrinne aus Betonhalbschalen auf dem Filter verteilt.</p> <p>Die Anlage besitzt einen Umgehungskanal, mit der die gesamte Anlage außer Betrieb genommen werden kann.</p> <p>Die Dränsauger sind bis zur GOK hochgezogen und mit einer Spülöffnung für Wartungszwecke versehen.</p> <p>Die Sohle der Vorstufe besteht aus Betonsteinpflaster in Beton versetzt.</p> <p>Eine Drosselung des Bodenfilters erfolgt nur über das eingesetzte Filtersubstrat.</p> <p>Filterbewuchs durch Rasenansaat</p>	
<p>Besondere Befunde</p>	
<p>Bemerkungen</p>	
<p>Bilder</p>	
<p>Bild 1: Blick auf Zulauf und Tosbecken (links) und Absetzbecken mit schwimmender Tauchwand (rechts)</p>	
	<p>Bild 2: Blick auf Bodenfilterbecken mit Verteilerrinne, Auslaufbauwerk und Zufahrtsrampe</p>
	
<p>Bild 3: Längsschnitt Retentionsbodenfilter (Quelle: Fotos und Längsschnitt: Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln)</p>	

A 4.1.14 Retentionsbodenfilter B3

Name der Anlage	Retentionsbodenfilter, B 3 neu "km 0 + 910"	
Anlagen Typ	Retentionsbodenfilter mit Fangfilterbecken	
Basisdaten		
Betreiber	Regierungspräsidium Karlsruhe	
Straße	B3 neu	
DTV	k.A.	
von km (xx+xxx,xx)	0+000,00	
bis km (xx+xxx,xx)	0+760,00	
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	2003	
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	2005	
Netto-Baukosten	380.000,00 [EUR]	
Bemessungsdaten		
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	4,2 [ha]	
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	2,7 [ha]	
Begrenzung Zulauf auf krit. Regenspende	ja	
Regenspende (KOSTRA): $r_{15,1}$	114 [l/(s*ha)]	
Funktionale Merkmale		
vorh. Dauerstauvolumen Vorstufe:	102 [m³]	
spez. Dauerstauvolumen Vorstufe:	38 [m³/ha Au]	
vorh. Filterfläche: A_F	272 [m²]	
spez. Filterfläche:	100 [m²/ha Au]	
vorh. Speichervolumen RBF: ca.	300 [m³]	
spez. Speichervolumen RBF:	110 [m³/ha Au]	
Zufluss: $Q_{krit} = A_u \cdot r_{krit}$	41 [l/s]	
spez. Zufluss bei Q_{krit}	0,2 [l/(s*m² A_F)]	
Konstruktive Merkmale		
Vorstufe		
Beckentyp	Regenklärbecken	
Dauerstau	teilabgesenkter Dauerstau	
Einstautiefe	2 [m]	
Tauchwand im Ablauf	Klärüberlaufdrossel	
DN Zulaufkanal	400 [mm]	
Retentionsbodenfilter		
Zuleitung	Klärüberlauf der Vorstufe	
Schwellenlänge	4,8 [m]	
Energieumwandlung	Einlaufrohre auf Pflasterung	
Böschungsneigung	1:3 [-]	
max. Einstautiefe	0,95 [m]	
Lage Retentionsraum	über Filterkörper, zusätzlichliches Volumen durch Rückstau im Kanal, Aufstau in der Vorstufe	
Filterüberlauf	entfällt	
Filteraufbau (von oben nach unten):	95 cm Sandfilter 0/2 25 cm Filterkies 8/32	
Abdichtung	Bentonit	
Dränsystem	Dränsammler und -sauger DN 150	
Dränabstand	5,0 [m]	
Filterablauf	gedrosselt auf 0,03 [l/(s*m² A_F)]	
Art der Drosselung	geregelter E-Schieber	
Filtereinstau	ja	

<p>Name der Anlage</p> <p>Anlagen Typ</p>	<p>Retentionsbodenfilter, B 3 neu "km 0 + 910"</p> <p>Retentionsbodenfilter mit Fangfilterbecken</p>
<p>Betriebliche Merkmale</p> <p>Ein Zulaufkanal führt zur Vorstufe der Retentionsbodenfilteranlage. Die Vorstufe besteht aus einem vorgeschalteten Beckenüberlauf und der Sedimentationskammer mit Klärüberlauf. Das Einlauf- und Verteilungsbauwerk gewährleistet die gleichmäßige Durchströmung der Kammer. Die Entlastungsleitungen an Becken- und Klärüberlauf ermöglichen die Stilllegung des Filterbeckens. Der Zulauf zum Fangfilterbecken erfolgt über den gedrosselten Klärüberlauf der Vorstufe. Ein geregelter E-Schieber drosselt nach dem Überstau des Filterkörpers den Ablauf des Filterbeckens. Der Filterkörper besteht aus Sand 0/2 und ist zum Kolmationsschutz mit Schilf bepflanzt. Das Filterbecken ist mit Bentonitmatten abgedichtet. Unter dem Filterkörper wurden drei Dränsauger verlegt, die über einen Dränsammler mit dem Ablaufbauwerk verbunden sind. Das Dränsystem kann über Kontrollschächte gewartet und inspiert werden. Um den Transport der Feststoffe zu gewährleisten wird nach dem Regenereignis der Zulaufkanal vollständig und die Vorstufe teilweise in das Filterbecken entleert.</p>	
<p>Besondere Befunde</p>	
<p>Bemerkungen</p>	
<p>Bilder</p>	
	
<p>Bild 1: Vorstufe mit abgesenktem Dauerstau mit Blick auf den gedrosselten Klärüberlauf und anschließendem Filterbecken</p>	<p>Bild 2: Mit Schilf bepflanztes Fangfilterbecken der Retentionsbodenfilteranlage</p>
	
<p>Bild 3: Längsschnitt Retentionsbodenfilter</p>	
	
<p>(Quelle: Fotos, Längsschnitt und Beschreibung: Regierungspräsidium Karlsruhe, Ref 54.3)</p>	

A 4.1.15 Regenrückhaltebecken, BAB A59 „Maarhäuser Weg“

Name der Anlage	Regenrückhaltebecken, BAB A 59 "Maarhäuser Weg"
Anlagen Typ	Regenrückhaltebecken (mit Dauerstau)
Basisdaten	
Betreiber	Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Köln
Straße	BAB A 59
DTV	55.000
von km (xx+xxx,xx)	7+010,00
bis km (xx+xxx,xx)	8+350,00
Baufertigstellung (Monat, Jahr)	ca. 1985
Inbetriebnahme (Monat, Jahr)	ca. 1985
Netto-Baukosten	k.A. [EUR]
Bemessungsdaten	
angeschlossene Gesamtfläche $A_{E,K}$	5,1 [ha]
abflusswirksame, versiegelte Fläche A_u	3,6 [ha]
Bemessungsregenspende (KOSTRA): $r_{15,1}$	108,3 [l/(s*ha)]
Zufluss: $Q_{n=1}$ (nach Langzeitsimulation)	265 [l/s]
Funktionale Merkmale	
vorh. Oberfläche Dauerstau: $O_{vorh.} = L \cdot B$	909 [m ²]
vorh. Dauerstauvolumen: $V_{vorh.}$	720 [m ³]
spez. Dauerstauvolumen: $V_{vorh.}/A_u$	203 [m ³ /ha Au]
Auffangraum für Leichtflüssigkeiten: V_{lei}	0 [m ³]
Steiggeschwindigkeit bei Q_b : $v_s = Q_b / O_{vorh.} =$ Oberflächenbeschickung q_A	1,0 [m/h]
vorh. Retentionsvolumen: $V_{Retention, vorh.}^{1)}$	1130 [m ³]
spez. Retentionsvolumen: $V_{Retention, vorh.}/A_u^{1)}$	318 [m ³ /ha Au]
Konstruktive Merkmale	
Sedimentationskammer (Dauerstaubereich)	
mittlere Länge L:	45 [m]
mittlere Breite: B	20,2 [m]
mittlere Dauerstautiefe: H	0,83 [m]
Verhältnis L / H	54,2 [-]
Verhältnis L / B	2,2 [-]
Verhältnis B / H	24,3 [-]
Zulaufbereich	
DN Zulaufkanal	700 [mm]
Abstand Sohle Zulaufkanal über Ablaufhöhe	ca. 0,1 [m]
Tauchwand zum Sedimentationskammer	nein
Überlauf zur Sedimentationskammer	nein
Ablaufbereich	
Notüberlauf	nein
Tauchwand zur Sedimentationskammer	nein
DN Ablaufkanal	200 [mm]
Ablaufkanal mit Absperrschieber	nein
Retentionsbereich	
Einstauhöhe (Scheitelhöhe Zulaufrohr): h	1,00 [m]
Hinweis: RRB liegt in einer Geländemulde. Der maximale Einstau kann höher liegen)	

1) Die Angabe bezieht sich auf die Einstauhöhe bis Scheitel Zulaufrohr. Durch die Lage des Beckens in einer Geländemulde liegt der max. Einstau noch höher

<p>Name der Anlage</p> <p>Anlagen Typ</p>	<p>Regenrückhaltebecken, BAB A 59 "Maarhäuser Weg"</p> <p>Regenrückhaltebecken (mit Dauerstau)</p>
<p>Betriebliche Merkmale</p> <p>Becken weist einen dichten Bestand an Schilf und Rohrkolben auf, der zu einer Vergleichmäßigung der Strömung im Becken führt.</p> <p>Aufgrund der Lage in einer Geländemulde weist das Becken keinen Notüberlauf auf.</p>	
<p>Besondere Befunde</p> <p>Im Zulaufbereich haben sich Sedimente bis an die Wasserspiegeloberfläche abgelagert, die für den Betrieb des Beckens aufgrund des großen Dauerstaus aber kein Problem darstellen.</p> <p>Für das Becken wurde in einem Messprogramm eine geringe Reinigungsleistung gegenüber partikulären Inhaltsstoffen im Straßenabfluss nachgewiesen (LANGE et al. [2003]). U.a. folgende frachtgewogenen Wirkungsgrade wurden festgestellt: AFS 82 %, Blei 67 %, Kupfer 77 %, Zink 84 %, PAK 96 %, MKW 73 %</p>	
<p>Bemerkungen</p> <p>Durch die große Dimensionierung des Dauerstaus kommt während eines Regenereignisses wenig Zulaufwasser zum Abfluss. Die Reinigungsleistung ist daher relativ hoch.</p>	
<p>Bilder</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="427 1131 715 1182" style="text-align: center;"> <p>Bild 1: Blick über das Becken mit dichtem Schilfbestand</p> </div> <div data-bbox="767 770 1433 1227"> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p style="text-align: right;">Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> Schilf Rohrkolben Insel (Ablagerungen) Freiwasserzone </div> <div style="margin-top: 20px;"> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>Bild 2: Draufsicht</p> <ul style="list-style-type: none"> befestigte Sohle Schlamm Spiegel Wasserspiegel S,g,u' U,s,t,g' </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>Bild 3: Querschnitt MQ 6</p> </div>	

A 4.2 Besondere Hinweise zur Bemessung von Versickerungsanlagen

Für Bemessung von Anlagen zur Straßenentwässerung ist im Hinblick auf die Größe der Abflüsse von Straßen eine Ermittlung auf der Grundlage der RAS-Ew (2005) durchzuführen. Die Ansätze zur Dimensionierung der Anlagen orientieren sich am DWA Arbeitsblatt A 117 (2006) bzw. für Versickerungsanlagen zusätzlich am DWA Arbeitsblatt A 138 (2005). Diese Regelwerke stellen für die Bemessung eine unabdingbare Unterlage dar.

In der Regel können Speicher- und Versickerungsanlagen für Straßenabflüsse nach dem einfachen Verfahren gemäß DWA Arbeitsblatt A 117 (2006) dimensioniert werden.

Dennoch wird empfohlen, für zentrale Versickerungsanlagen sowie auch bei gekoppelten Mulden-Rigolen-Systemen den hydrologisch-hydraulischen Nachweis mit einer Langzeitsimulation zu erbringen.

Bei der Versickerung von Straßenabflüssen über die Böschung wird in stofflicher Hinsicht eine Regenwasserbehandlung im Sinne einer Anlage vom Typ VA1 (großflächige Versickerung) erreicht, wenn die vollständige Versickerung des kritischen Regenabflusses nachgewiesen wird.

A 4.2.1 Berechnung der Abflüsse

Für die Abflussberechnung erforderliche Regenspenden sind der Starkregenauswertung des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA (DWD 2005) zu entnehmen. Die maßgebende Häufigkeit bestimmt sich nach Maßstäben der Verkehrssicherheit. Hierzu, und auch zu Spitzenabflussbeiwerten, sind in der RAS-Ew Richtwerte enthalten.

Für bewachsene Flächen im Straßenraum (z. B. Seitenstreifen, Böschungen) empfiehlt die RAS-Ew, dass eine spezifische Versickerungsrate von mindestens 100 l/(s · ha) angesetzt werden kann. Bei einem entsprechenden Nachweis können bei sandigem Untergrund, Sanddämmen oder Dämmen aus ähnlich durchlässigen Dammbaustoffen auch höhere spezifische Versickerungsraten in Ansatz gebracht werden. Bei Rasenmulden kann eine spezifische Versickerungsrate von mindestens 150 l/(s · ha) angenommen werden.

Ein derartiger Verlustansatz ist nicht nur im Hinblick auf die Abflussbereitschaft von bewachsenen Flächen von Bedeutung. Werden Fahrbahnabflüsse über Seitenstreifen, Dammböschungen und Mulden abgeleitet, versickert ein Teil des Fahrbahnwassers auf diesen Flächen. Die daraus resultierende Abflussverringerung ist zu berücksichtigen.

Der Zufluss zu Entwässerungsanlagen ermittelt sich somit zu:

$$Q_{zu} = A_F \cdot \psi_s \cdot r_{D(n)} + A_B \cdot (r_{D(n)} - q_{s,B}) + A_R \cdot r_{D(n)}$$

Hierin sind:	Q_{zu}	= Zufluss zur Entwässerungsanlage in l/s
	A_F	= befestigte Fläche in ha
	A_B	= Seitenstreifen und Böschungsfläche in ha
	A_R	= überregnete Fläche der Entwässerungsanlage in ha
	ψ_s	= Spitzenabflussbeiwert
	$r_{D(n)}$	= Regenspende der Dauer D und Häufigkeit n in l/(s·ha)
	$q_{s,B}$	= Versickerungsrate auf Seitenstreifen und Böschungsfläche in l/(s·ha)

Da sowohl mehrere Fahrbahnflächen als auch mehrere Seitenstreifen und Böschungsflächen auftreten können, lautet die allgemeine Bestimmungsgleichung für die Zuflüsse zu einer Entwässerungsanlage:

$$Q_{zu} = r_{D(n)} \cdot \sum_i (A_{F,i} \cdot \psi_{s,i}) + \sum_j [A_{B,j} \cdot (r_{D(n)} - q_{s,j})] + A_R \cdot r_{D(n)}$$

A 4.2.2 Dimensionierung von Entwässerungsanlagen

Für Entwässerungsanlage, die über ein Speichervolumen verfügen und nach A 117 bzw. A 138 bemessen werden, lautet die Speichergleichung:

$$V_{erf} = (Q_{zu} - Q_{ab}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 60$$

Hierin sind:

- V_{erf} = erforderliches Speichervolumen der Anlage in m³
- Q_{zu} = Zufluss zur Entwässerungsanlage in l/s (siehe oben)
- Q_{ab} = Abfluss aus der Entwässerungsanlage in l/s
(bei Rückhaltebecken ist dies der Drosselabfluss Q_{Dr} und bei Versickerungsbecken gemäß DWA-A 138 die Versickerungsleistung
 $Q_s = A_s \cdot k_f / 2$)
- D = Dauerstufe in min
- f_Z = Zuschlagsfaktor (1,1 ... 1,2)
- f_A = Abminderungsfaktor gem. DWA-A117, Bild 3

Die Speichergleichung ist für verschiedene Dauerstufen anzuwenden, bis sich für das erforderliche Speichervolumen ein maximaler Wert ergibt.

A 4.2.3 Nachweis der Regenwasserbehandlung gemäß VA1

Gemäß RdErl. des MUNLV vom 26.05.2004 (Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren) ist für die Bemessung von Behandlungsanlagen für behandlungsbedürftige Abflüsse eine kritische Regenspende r_{krit} von mindestens 15 l/(s·ha) zugrunde zu legen (vgl. auch Bemessung von Regenklärbecken nach RAS-Ew). Folgerichtig werden in stofflicher Hinsicht die Anforderungen einer Behandlungsanlage vom Typ VA1 (großflächige Versickerung) erfüllt, wenn der kritische Regenabfluss auf den Böschungen vollständig versickert. Ein entsprechender Nachweis ist erbracht, wenn die erforderliche Versickerungsrate der Böschung $q_{s,B,erf}$ auch unter Berücksichtigung der direkten Überregnung kleiner oder gleich der vorhandenen Versickerungsrate $q_{s,B,vorh}$ ist.

$$q_{s,B,erf} = r_{krit} \cdot [(A_F \cdot \psi_s) / A_B + 1] \leq q_{s,B,vorh}$$

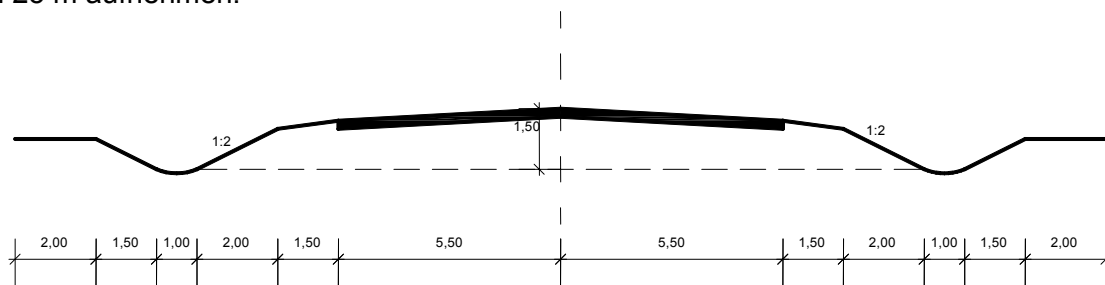
Sofern auch durch anderweitige Maßnahmen wie z. B. durch eine Vergrößerung der Böschungsfläche oder einer nachgewiesenen Erhöhung der vorhandenen Versickerungsrate auf der Böschung der Nachweis der vollständigen Versickerung des kritischen Regenabflusses nicht gelingt und damit in stofflicher Hinsicht keine Regenwasserbehandlung im Sinne

einer Anlage vom Typ VA1 erfolgt, kann auch nur die stoffliche Bewertung im Sinne der Anlagen vom Typ A1 oder A2 (Teilversickerung in Straßenböschungen) vorgenommen werden.

A 4.2.4 Bemessungsbeispiele

Beispiel 1a:

Die Entwässerung einer Kreisstraße (RQ 14) soll über die Schulter erfolgen. Überschüssiges Wasser wird am Böschungsfuß in einer Mulde versickert. Die Mulde weist Querriegel im Abstand von 25 m auf. Entsprechend muss jede Mulde die Abflüsse von einer Straßenlänge von 25 m aufnehmen.



Gegeben:	Kreisstraße mit Dachprofil; halbe Fahrbahnbreite	5,5 m
	Seitenstreifen- und Böschungsbreite	3,5 m
	gegenüberliegende Böschungsbreite	1,5 m
	Breite der Mulde	1,0 m
	spezifische Versickerungsrate für Seitenstreifen und Böschungen	100 l/(s·ha)
	k_f -Wert für die Versickerungsmulde	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
	Straßenabschnittslänge	25 m

Gewählt:	Bemessungshäufigkeit	$n = 1/a$
	Spitzenabflussbeiwert für Fahrbahn	$\psi_s = 0,9$
	Zuschlagsfaktor	$f_z = 1,2$
	Abminderungsfaktor	$f_A = 1,0$

Gesucht: erforderliches Speichervolumen V_{erf} für die Versickerungsmulde mit einer Länge von 25 m.

Teilflächen:	Fahrbahn	$A_F = 5,5 \cdot 25 = 137,5 \text{ m}^2 = 0,01375 \text{ ha}$
	Seitenstreifen und Böschung	$A_{B,1} = 3,5 \cdot 25 = 87,5 \text{ m}^2 = 0,00875 \text{ ha}$
	Gegenüberliegende Böschung	$A_{B,2} = 1,5 \cdot 25 = 37,5 \text{ m}^2 = 0,00375 \text{ ha}$
	Anlagen-(Versickerungs)fläche	$A_R = 1 \cdot 25 = 25 \text{ m}^2 = 0,0025 \text{ ha}$

Tabellarische Dimensionierung der Versickerungsmulden

Dauer	r(D,n)	Qzu(AF)	Qzu(AB1)	Qzu(AB2)	Qzu(AR)	ΣQzu	Qab	erf V
min	l/(s ha)	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	150,5	1,86	0,44	0,19	0,38	2,87	0,000125	1,03
10	118,1	1,46	0,16	0,07	0,30	1,98	0,000125	1,43
15	97,2	1,20	-0,02	0,00	0,24	1,42	0,000125	1,53
20	82,6	1,02	-0,15	0,00	0,21	1,08	0,000125	1,55
30	63,5	0,79	-0,32	0,00	0,16	0,63	0,000125	1,35
45	47,2	0,58	-0,46	0,00	0,12	0,24	0,000125	0,78
60	38,9	0,48	-0,53	0,00	0,10	0,00	0,000125	0,00

Erläuterung der Spalten:

Spalte 1	Dauern der untersuchten Regenereignisse aus KOSTRA	
Spalte 2	Regenspende für die Dauer gemäß Spalte 1 und gewählte Häufigkeit $n = 1/a$	
Spalte 3	Abfluss von der Fahrbahn	$Q_{zu,AF} = A_F \cdot \psi_s \cdot r_{D(n)}$
Spalte 4	Abfluss vom Seitenstreifen und Böschung (negative Zahlenwerte stellen eine noch freie Versickerungskapazität dar)	$Q_{zu,AB1} = A_{B1} \cdot (r_{D(n)} - q_{s,B}) / 10000$
Spalte 5	Abfluss von der gegenüberliegenden Böschungsfläche (freie Versickerungskapazitäten können nicht genutzt werden; negative Zahlenwerte werden zu null gesetzt)	$Q_{zu,AB2} = A_{B2} \cdot (r_{D(n)} - q_{s,B}) / 10000$
Spalte 6	Zufluss zur Versickerungsmulde, die sich aus der direkten Überregnung ergibt	$Q_{zu,AR} = A_R \cdot r_{D(n)}$
Spalte 7	Gesamter Zufluss zur Versickerungsmulde (Summe der Spalten 3-6)	$Q_{zu} = Q_{zu,AF} + Q_{zu,AB1} + Q_{zu,AB2} + Q_{zu,AR}$
Spalte 8	Versickerungsleistung der Mulde	$Q_{ab} = A_R \cdot k_f / 2$
Spalte 9	Erforderliches Speichervolumen	$V_{erf} = (Q_{zu} - Q_{ab}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 60$

Das erforderliche Speichervolumen ergibt sich zu rd. 1,6 m³. Damit erfolgt ein Einstau in der Mulde von $1,6/25 = 0,064$ m, also rd. 6 cm.

Beispiel 1b

Im Beispiel 1a wird eine vollständige Versickerung des Straßenabflusses hydraulisch nachgewiesen. Im Hinblick auf die stoffliche Bewertung der Regenwasserbehandlung können somit auch ohne weiteren Nachweis die Reinigungsleistungen der Anlagen vom Typ VA1 (großflächige Versickerung) und Typ VA2 (Versickerungsmulde) angesetzt werden.

In Abänderung des Beispiels 1a wird im Beispiel 1b davon ausgegangen, dass keine Versickerung in Mulden möglich ist. Aus Sicht einer Anlagendimensionierung findet auf der Straßenböschung somit nur eine Teilversickerung statt und das Oberflächenwasser, das nicht in der Böschung versickert, wird am Böschungsfuß von einem Straßenseitengraben aufgenommen. Damit handelt es sich um Anlagen vom Typ A1 oder A2 (Teilversickerung in Straßenböschung mit Sammlung in Straßenseitengraben mit bzw. ohne Absetzfunktion). Solchen Anlagen wird jedoch eine deutlich geringere Reinigungsleistung zugeordnet. Jedoch ist in stofflicher Hinsicht eine Bewertung wie eine Anlage vom Typ VA1 möglich, wenn die Abflüsse bei der kritischen Regenspende von 15 l/(s·ha) vollständig versickern.

Mit den Zahlen im Beispiel 1a erfolgt der Nachweis einer vollständigen Versickerung der Straßenabflüsse bei der kritischen Regenspende r_{krit} für eine Breitereinheit von 1 m:

Fahrbahnfläche	$A_F = 5,5 \cdot 1 = 5,5 \text{ m}^2 = 0,00055 \text{ ha}$
Böschungfläche (ohne Seitenstreifen)	$A_B = 2,0 \cdot 1 = 2 \text{ m}^2 = 0,0002 \text{ ha}$

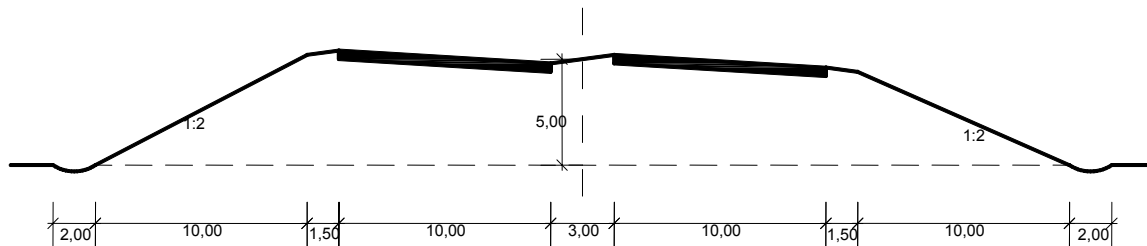
$$q_{s,B,\text{erf}} = 15 \cdot [(0,00055 \cdot 0,9)/0,0002 + 1] = 52 \text{ l/(s·ha)} < q_{s,B,\text{vorh}} = 100 \text{ l/(s·ha)}$$

Somit kann die Entwässerung der Kreisstraße in stofflicher Hinsicht als Anlage vom Typ VA1 bewertet werden, obwohl es sich in baulicher und hydraulischer Hinsicht um eine Entwässerung vom Anlagentyp A1 oder A2 handelt.

Beispiel 2:

(In Anlehnung an das Beispiel in der RAS-Ew (2005))

Die Abflüsse einer 1000 m langen Autobahnstrecke (Dammstrecke, RQ 26, Sägezahnquerschnitt mit Querneigung nach rechts, mittlere Dammhöhe 5 m, Böschungsneigung 1:2, Fließzeit ≤ 15 min) sollen in einer Bodenfilterfläche (BF) behandelt werden. Gesucht ist das erforderliche Speichervolumen der BF.



Gegeben:	linke und rechte Fahrbahnbreite	je 10 m
	Breite des Mittelstreifens	3 m
	rechter Seitenstreifen und rechte Böschungsbreite	11,5 m
	Breite der rechten Entwässerungsmulde	2,0 m
	Versickerungsrate für Mittel-/Seitenstreifen und Böschung	100 l/(s·ha)
	Straßenabschnittslänge	1.000 m
Gewählt:	Bemessungshäufigkeit	$n = 0,5/a$
	Spitzenabflussbeiwert für die Fahrbahnen	$\psi_s = 0,9$
	BF Filteroberfläche	$A_{BF} = 500 \text{ m}^2$
	spezifische Filterleistung des BF	$q_{dr} = 20 \text{ l/(s·ha)}$
	Zuschlagsfaktor	$f_Z = 1,2$
	Abminderungsfaktor (DWA-A117, Bild 3: $q_{dr}=20 \text{ l/(s·ha)}$, $t_f=15 \text{ min}$, $n=0,5/a$)	$f_A = 0,92$
Annahmen:	Die rechte Straßenmulde verfügt über keine nennenswerte Versickerungsleistung; Die Überregnung der Straßenmulde wird bei der Abfluss-Ermittlung vernachlässigt	
Gesucht:	erforderliches Speichervolumen V_{eff} des Retentionsbodenfilters	
Teilflächen	linke/rechte Fahrbahn	$A_{Fl} = A_{Fr} = 10 \cdot 1.000 = 10.000 \text{ m}^2 = 1 \text{ ha}$
	Mittelstreifen	$A_M = 3 \cdot 1.000 = 3.000 \text{ m}^2 = 0,3 \text{ ha}$
	Seitenstreifen u. Böschung rechts	$A_B = 11,5 \cdot 1.000 = 11.500 \text{ m}^2 = 1,15 \text{ ha}$

Tabellarische Dimensionierung:

Dauer	r(D,n)	Qzu(AFI)	Qzu(AM)	Qzu(AFr)	Qzu(AB)	ΣQzu	Qab	erf V
min	l/(s ha)	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m ³
1	2	3	5	4	6	7	8,0	9
5	208,6	187,7	32,6	187,7	124,9	533,0	1,0	176,2
10	151,2	136,1	15,4	136,1	58,9	346,4	1,0	228,8
15	121,1	109,0	0,0	109,0	24,3	242,2	1,0	239,7
20	101,5	91,4	0,0	91,4	1,7	184,4	1,0	243,0
30	77,1	69,4	0,0	69,4	-26,3	112,4	1,0	221,5
45	56,9	51,2	0,0	51,2	-49,6	52,9	1,0	154,6
60	45,2	40,7	0,0	40,7	-63,0	40,7	1,0	157,7

Erläuterung der Spalten:

Spalte 1	Dauern der untersuchten Regenereignisse aus KOSTRA		
Spalte 2	Regenspende für die Dauer gemäß Spalte 1 und gewählte Häufigkeit $n = 0,5/a$		
Spalte 3	Abfluss von der linken Fahrbahn, Ableitung direkt in die BF		$Q_{zu,AFl} = A_{Fl} \cdot \psi_s \cdot r_{D(n)}$
Spalte 4	Abfluss vom Mittelstreifen, die Ableitung erfolgt zusammen mit den Abflüssen der linken Fahrbahn; negative Zahlenwerte werden zu null gesetzt		$Q_{zu,AM} = A_M \cdot (r_{D(n)} - q_{s,B}) / 10000$
Spalte 5	Abfluss von der rechten Fahrbahn, Ableitung über Seitenstreifen und Böschung		$Q_{zu,AFr} = A_{Fr} \cdot \psi_s \cdot r_{D(n)}$
Spalte 6	Abfluss vom Seitenstreifen und Böschung (negative Zahlenwerte stellen eine noch freie Versickerungskapazität dar)		$Q_{zu,AB} = A_B \cdot (r_{D(n)} - q_{s,B}) / 10000$
Spalte 7	Gesamter Zufluss zum BF	für $Q_{zu,AFr} + Q_{zu,AB} > 0$:	$Q_{zu} = Q_{zu,AFl} + Q_{zu,AM} + Q_{zu,AFr} + Q_{zu,AB}$
		für $Q_{zu,AFr} + Q_{zu,AB} < 0$:	$Q_{zu} = Q_{zu,AFl} + Q_{zu,AM}$
Spalte 8	Versickerungsleistung der BF		$Q_{ab} = q_{Dr} \cdot A_{BF}$
Spalte 9	Erforderliches Speichervolumen		$V_{erf} = (Q_{zu} - Q_{ab}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 60$

Das erforderliche Speichervolumen ergibt sich zu 243 m³, wodurch sich eine maximale Einstauhöhe in der BF von $243/500 \approx 0,5$ m ergibt.