

4

Regenwasser- und Mischwasserableitung, Notüberläufe

4.1 Regenwasserableitung

4.1.1 Regenwasserableitung im Spannungsfeld des Gewässerschutzes

Die Folgen der traditionell gewachsenen Praxis der Regenwasserableitung im urbanen Raum drängen in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren vermehrt in das Rampenlicht des Gewässerschutzes. In vielfacher Hinsicht werden die hohen Emissionen und Schadenssymptome, die ursächlich auf diesen sogenannten Entwässerungskomfort zurückzuführen sind, als gravierende Größe bei Sanierungsbestrebungen erkannt. Die zunehmende Sensibilisierung für diese Abwasserart liegt in der Erkenntnis begründet, dass von urbanen-versiegelten Flächen eine z.T. erhebliche Gewässerbelastung ausgeht, die teilweise bereits die von Kläranlagen ausgehende Belastung überschreitet. Insbesondere bei regionalen Stoffbilanzbetrachtungen werden die Einträge aus den Misch- und Trennkalisationsgebieten zu einer signifikanten Belastungsgröße. Bei der Entwicklung von Sanierungsszenarien für Oberflächengewässer ist deshalb die Einflussgröße der diffusen Belastung von städtischen versiegelten Flächen nicht mehr zu vernachlässigen.

Unter der vereinfachten Annahme, dass sich die diffuse P-Belastung aus den Trenn- und Mischsystemen in den letzten 30 Jahren nicht wesentlich geändert hat - diese liegt bei einer Größenordnung von rund 40 t/a - verschob sich das Verhältnis von diffuser zu punktueller Belastung innerhalb Berlins von einst 1:50 auf nunmehr 1:2,5 (!!). Aus ökologischer Sicht kommt hinzu, dass stark schwankende Stoff-

einträge aus den Entwässerungssystemen zum Teil akute Schadensbilder (Sauerstoffzehrungen in Landseen und Gewässerstrecken, Ammoniakintoxikationen, Fischsterben) hinterlassen. Erste Emissionsbilanzen innerhalb des Planungsraumes für Schwermetalle lassen erkennen, dass die diffusen Emissionen über den punktuellen Einträgen der Kläranlagen liegen. Vor dem Hintergrund des enormen Belastungspotenzials der Regenabflüsse in Berlin bedarf diese Abwasserart im Rahmen der Abwasserbeseitigungsplanung dringend einer Emissionsregelung auf der Grundlage immissionsbezogener Anforderungen und einer der Bedeutung angepassten umfangreichen Regelung in der Wassergesetzgebung - nicht nur in wassermengenwirtschaftlicher, sondern auch in wassergütemwirtschaftlicher Hinsicht.

4.1.2 Belastungspotenziale von Einzugsgebietsflächen

Messungen zur summarischen Erfassung der Beschaffenheit von Regenabflüssen der Trennkalisations wurden von HEINZMANN (1993) im Regenkanal eines 32,5 ha großen Einzugsgebiets im Berliner Stadtbezirk Reinickendorf in den Jahren 1989 und 1990 sowie von SARFERT ET AL. (1987) im Zulauf des Regenklärbeckens am Dianasee in Berlin-Wilmersdorf im Jahr 1984 durchgeführt. Untersuchungen zur Schadstoffbelastung im Abfluss der Regenwasserkanalisation in Berlin-Dahlem sind zudem von SIEKER ET AL. (1993) vorgenommen worden.

Parameter	Einheit	Regenwasser	Dachabfluss	Straßenabfluss	Autobahnen	Trennkalisations
AFS	mg / l	0-4	60	100 - 252	10-250	83 -280
BSB ₅	mg / l	k.A.	k.A.	8,7	12	14-31
CSB	mg / l	5	22	30-300	100-300	30-225
NH ₄ -N	mg / l	0,2	4	0,5 - 2,3	0,5-1	0,8
NO ₂ -N	mg / l	k.A.	k.A.	0,08	k.A.	0,1
NO ₃ -N	mg / l	k.A.	k.A.	0,04 -2	1,3	1,1
TP	mg / l	0,06	0,1	0,15-0,7	0,06-0,6	0,03-3,5
PAK-ges.	µg / l	0,25-1	-	0,24-3,1	0,54-21,8	-
Cd	µg / l	0,5-3,9	1	2-15	3-6	0,4-31
Cr	µg / l	2-19	k.A.	5-20	5-20	4-437
Cu	µg / l	1-18	235	10-380	19-117	10-146
Pb	µg / l	5-31	104	50-311	97-340	4-670
Zn	µg / l	5-134	24	139-1950	250-618	51-483

Tabelle 4.1-1a Fortsetzung nächste Seite

Parameter	Einheit	Straßenabfluss	Autobahnen	Trennkanalisation
AFS	kg / ha x a	2121	873	430-666
BSB ₅	kg / ha x a	93,3		27-64
CSB	kg / ha x a	568,5	672	170-331
NH ₄ -N	kg / ha x a	14,4	3,22-4,66	2,3-4
NO ₂ -N	kg / ha x a	0,7		2,4-7,9
NO ₃ -N	kg / ha x a	11,4		0,12
TP	kg / ha x a	10,6	1,45-1,62	1,5-4,4
PAK	kg / ha x a	0,0015	0,005- 0,018	-
Cd	kg / ha x a	0,026	0,03-0,037	0,009
Cr	kg / ha x a	0,151	0,06-0,1	0,03
Cu	kg / ha x a	0,8	0,54-0,62	0,083
Pb	kg / ha x a	1,9	1,16-1,33	0,9
Zn	kg / ha x a	2,7	2,33-2,89	1,04

Tabelle 4.1-1b Zusammenstellung von Literaturangaben zu Konzentrations- und spezifischen Frachtbereichen bzw. Mittelwerte für Regenwassereinleitungen (ROBERTS ET AL., 1976; GÖTTLE, A., 1978; KRAUTH, KH. & KLEIN, H., 1982; GOLLWER, A. & SCHNEIDER, W., 1983; GROTTKER, M., 1987; SWARTJES, F., 1990; XANTHOPOULUS, C., 1990; HERRMANN ET AL., 1992; SIEKER ET AL., 1993; HEINZMANN, B., 1993)

Zur Charakterisierung der zu erwartenden Schwankungsbereiche von Konzentrationen und Frachten im Regenwasser unterschiedlicher Nutzungsflächen wurden in der Tabelle 4.1-1 bundesweit vorliegende Literaturwerte zusammengefasst.

Die Tabelle 4.1-2 gibt einen Überblick über eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzflächen bezüglich ihres Verschmutzungsgrades insbesondere mit organischen und anorganischen Schadstoffen und einer hierarchischen Strukturierung ihrer Belastungspotenziale. Prin-

zipiell kann mit Hilfe der Tabelle 4.1-2 jedoch nicht pragmatisch zwischen behandlungsbedürftigem und nicht behandlungsbedürftigem Regenwasser unterschieden werden, da besondere Problemstoffe (u.a. Nährstoffe, Keime) mit dieser integralen Bewertung nicht ausreichend berücksichtigt werden können. Vielmehr müssen in Abhängigkeit der örtlichen Situation das konkrete Belastungspotenzial der Einzugsgebietsflächen und die spezifischen limnologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse beachtet werden.

Verschmutzungsgrad unterschiedlicher Herkunftsflächen (Beispielflächen)		Bewertungspunkte
1	Gründächer	5
2	Dach- und Terrassenflächen	9
3	Rad- und Gehwege	12
4	Spielstraßen	gering 12
5	Anliegerstraßen	17
6	Straßen bis zu 2.000 DTV (Verkehrsdichte)	17
7	Hofflächen	17
8	Nicht ständig frequentierte Parkplätze in Wohngebieten	17
9	Sammel- und Hauptstraßen	27
10	Straßen von 2.000 bis 15.000 DTV	mittel 27
11	Verkehrsflächen und nicht ständig frequentierte Parkplätze in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	27
12	Straßen über 15.000 DTV	35
13	Autobahnen, sehr stark befahrene Hauptverkehrsstraßen,	35
14	Plätze und Höfe mit starker Verschmutzung	stark 35
15	stark frequentierte Parkplätze, z.B. vor Einkaufszentren	35
16	nicht überdachte Lager- und Umschlagplätze für nicht wassergefährdende Stoffe	45
17	LKW-Park und Stellplätze	45

Tabelle 4.1-2 Integraler Belastungsgrad verschiedener Herkunftsflächen von Regenwassereinleitungen (ATV 1996, modif.)

Als Grundlage für Berechnungen von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung und -aufbereitung im Trennsystem wurden mittlere Konzentrationen für verschiedene Inhaltsstoffe im Regenabfluss (ohne Flächendifferenzierung) in Abstimmung zwischen den Berliner Wasserbetrieben und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung festgelegt. Die Angaben in der Tabelle 4.1-3 stellen eine mathematische Mittelwertbildung von Literaturwerten mit den in Berlin erhobenen Messreihen dar und bilden die Grundlage für Schmutzfrachtberechnungen in Berlin bis zum Vorliegen besserer Erkenntnisse oder validierter Messreihen. Angenommen wird eine über das Jahr und über das Ereignis vergleichsmässige Konzentration. Vergleicht man diese Werte mit denen in der Tabelle 4.1-1, so repräsentieren die für Berlin getroffenen Annahmen eher das obere Belastungspotenzial.

Parameter	Einheit	Konzentration
CSB	mg O ₂ / l	140
BSB	mg O ₂ / l	25
AFS	mg / l	160
NH ₄ -N	mg / l	1,5
NO ₃ -N	mg / l	1,7
TP	mg / l	1,2

Tabelle 4.1-3 Für Berlin normierte Schadstoffkonzentrationen in Regenabflüssen

Parameter	Einheit	Konzentration	Einheit	Spezifische Fracht (gerundet)
CSB	mg O ₂ / l	140	kg / ha x a	552
BSB ₅	mg O ₂ / l	25	kg / ha x a	97
AFS	mg / l	160	kg / ha x a	619
NH ₄ -N	mg / l	1,5	kg / ha x a	5,8
NO ₃ -N	mg / l	1,7	kg / ha x a	6,9
TPmin	mg / l	0,3	kg / ha x a	1,2
TPmax	mg / l	1,2	kg / ha x a	4

Tabelle 4.1-4 Umrechnung mittlerer Konzentrationen auf spezifische Frachten je ha bezogen auf einen mittleren Abflussbeiwert von 0,6 und eine durchschnittliche Niederschlagshöhe für Berlin von 645 mm

Für die übersichtliche Bilanzierung der von den Entwässerungsflächen Berlins in die Oberflächengewässer eingetragenen Frachten wurden darüber hinaus in Berlin vorgenommene Messungen von Schwermetallkonzentrationen im Regenabfluss verwendet, um zumindest ein annäherndes Bild der Emissionssituation zu erhalten. Das Konzentrations- und Frachtspektrum der einzelnen Flächen kann

insbesondere bei organischen und anorganischen Schadstoffen in Abhängigkeit der Exposition des Einzugsgebiets im urbanen Raum und der Nutzungsintensität extrem hoch sein, sodass die Berechnungen (siehe Tabellen 4.1-5 bis 4.1-6) bezüglich dieser Stoffgruppen eine Abschätzung darstellen.

Parameter	Einheit	SARFERT ET AL. 1987	HEINZMANN 1993	SIEKER ET AL. 1993	Rechenwert Berlin
		Untersuchungen im Zulauf zum Regenklärbecken am Dianasee (Mittelwert von 28 Ereignissen 1984/85)	Untersuchungen von Regenabflüssen in Reinickendorf 1989/90 (Mittelwert 89/90; Schwankungsbereich)	Messungen im Regenabfluss eines Einzugsgebiets in Dahlem 1993 (Mittelwert)	
Cd	µg / l	< 2*	<6/<5 - 42	3	2
Cr	µg / l	70	<15/<10-270	3	50
Cu	µg / l	120	49	128	100
Pb	µg / l	168	161	21	120
Zn	µg / l	1.730	1.890	880	1.300

*Bestimmungsgrenze für ICP-Spektrometer

Tabelle 4.1-5 Mittelwerte bzw. Schwankungsbereiche von Untersuchungsreihen zur Schwermetallbelastung von Regenabflüssen der Trennkanalisation in Berlin sowie Annahme einer mittleren Belastung für Berlin (Rechenwert)

Parameter	Einheit	Konzentration	Einheit	Spezifische Fracht
Cd	µg / l	2	kg / ha x a	0,008
Cr	µg / l	50	kg / ha x a	0,20
Cu	µg / l	100	kg / ha x a	0,39
Pb	µg / l	120	kg / ha x a	0,46
Zn	µg / l	1.300	kg / ha x a	5,00

Tabelle 4.1-6 Umrechnung der mittleren Konzentration von Schwermetallen im Regenwasser (Rechenwert) auf spezifische Frachten, einen mittleren Abflußbeiwert von 0,6 und eine durchschnittliche Niederschlagshöhe für Berlin von 645 mm

4.1.3 Die Einzugsgebiete und Einträge der Regenwasserkanalisation

Die Aufnahme konkreter einzugsgebietspezifischer Kenngrößen als Grundlage für die hydraulische und stoffliche Bilanzierung ist im Rahmen der AB-Planung nicht zu leisten, sondern vorrangig Gegenstand konkreter Entwässerungsplanungen für einzelne Einzugsgebiete. Vielmehr geht es darum, mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Datenbasis einen Überblick über die niederschlagsbedingten Einträge der Trennkanalisation in die Oberflächengewässer zu erhalten. Diese Emissionsabschätzung ist insbesondere im Zusammenhang mit regionalen Stoffbilanzen von Bedeutung, bei der die diffusen Stoffeinträge des urbanen Raumes den im wesentlichen gut erfassten punktuellen Einträgen durch die Kläranlagen gegenüberzustellen sind. Nur so kann die Bedeutung dieses Abwasserpfadefür immisionsbezogene Zielstellungen dargestellt werden. Im Zuge der Verbesserung der Datenbasis für den Planungsraum werden diese Bilanzen ständigen Aktualisierungen unterzogen. Fol-

gende Daten stehen für hydrologische Betrachtungen aus dem räumlichen Bezugssystem des Umweltinformationssystem für die Blöcke und Blockteilflächen, zunächst ohne Einbeziehung des Straßenlandes, zur Verfügung:

- Flächengröße
- Flächennutzung
- Versiegelungsgrad
 - bebaut versiegelte Fläche in % oder Fläche
 - unbebaut versiegelte Fläche in % oder Fläche
- Anschluss an die Kanalisation (codiert ja/nein)

Die Größe des dem Block zuzuordnenden Straßenlandes wurde mit Hilfe eines Generalisierungsverfahrens für die gesamte Stadt durchgeführt. Dabei wurden die Größen der Straßenflächen für einzelne Gebiete über die Flächendifferenz von Gesamtfläche zu Blockfläche ermittelt und so intern den einzelnen Blockflächen nach einem speziell entwickelten Verfahren zugeordnet (Goedecke, pers. Mitt.).

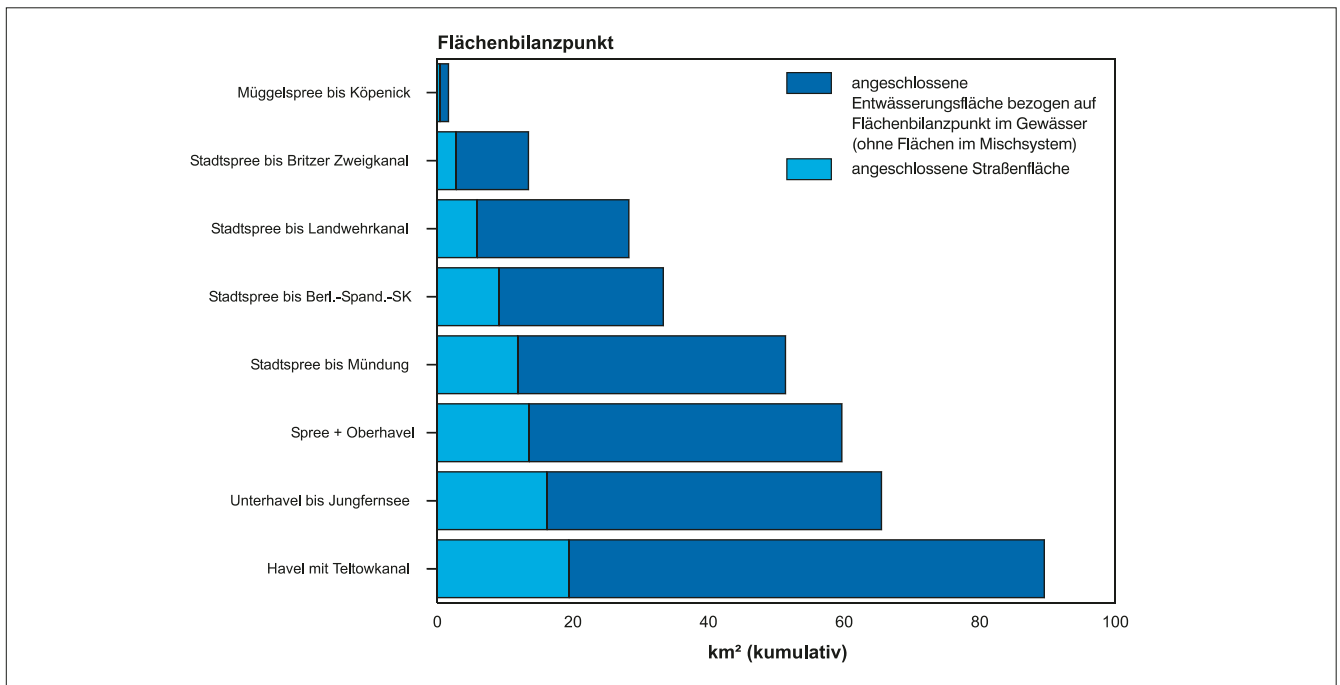


Abbildung 4.1-1 Entwicklung der angeschlossenen versiegelten Fläche an das Berliner Fließgewässersystem längs der Fließachse (ohne mischkanalisierte Fläche)

Die Abbildung 4.1-1 zeigt das über die Trennentwässerungssysteme zunehmende Belastungspotenzial der Regenabflüsse längs der Fließachse von Spree und Havel. Eine Berechnung der in die einzelnen Gewässerabschnitte pro Jahr eingetragenen Niederschlagsmengen erfolgte unter Einbeziehung von mittleren Jahresabflussbeiwerten.

Für die nachfolgende Bilanz wird die durchschnittliche, über alle Wetterstationen gemittelte Niederschlagshöhe der Jahresreihe 1961-1990 von 645 mm/a zugrundegelegt. Für Berlins Hauptfließgewässersystem ergibt sich folgende Flächen- und Mengenbilanz:

	Blockflächen gesamt	Straßen- flächen*	Abflußbeiwert 0,7	Unbebaute versiegelte Fläche*	Abflußbeiwert 0,5	Bebaute versiegelte Fläche*	Abflußbeiwert 0,7	Fläche, gesamt versiegelt	Versiegel- ungsgrad	Regenab- fluß, gesamt
	ha	m ²	m ³ /a	m ²	m ³ /a	m ²	m ³ /a	m ²		m ³ /a
Müggelspree	411	358.445	161.838	548.054	176.747	739.712	333.980	1.646.211	0,40	672.565
Langer See	390	336.131	151.763	384.121	123.879	557.941	251.910	1.278.193	0,33	527.553
Stadtspree bis Britzer Zweigkanal (BZK)	755	747.449	337.473	1.371.208	442.215	1.949.258	880.090	4.067.915	0,54	1.659.778
Wuhle	2.058	1.293.047	583.811	2.460.317	793.452	2.688.486	1.213.851	6.441.850	0,31	2.591.114
Stadtspree bis Landwehrkanal	552	653.083	294.867	626.517	202.052	1.016.625	459.006	2.296.225	0,42	955.925
Ruschegraben	656	899.535	406.140	1.242.830	400.813	1.463.030	660.558	3.605.395	0,55	1.467.511
Marzahn-Hohenschönhausener-Grenzgraben	1.837	1.591.607	718.611	3.610.114	1.164.262	3.705.718	1.673.132	8.907.439	0,48	3.556.004
Stadtspree bis BSSK	554	690.944	311.961	888.298	286.476	1.011.157	456.537	2.590.399	0,47	1.054.975
Stadtspree bis Mündung	694	506.491	228.681	1.992.091	642.449	1.141.729	515.491	3.640.311	0,52	1.386.621
Kanäle nördlich der Spree	778	473.523	213.796	2.978.107	960.440	1.133.091	511.591	4.584.721	0,59	1.685.826
Panke ab Verteilerbauwerk	1.613	1.633.599	737.570	1.880.428	606.438	2.593.041	1.170.758	6.107.068	0,38	2.514.766
Kanäle südlich der Spree	709	1.152.761	520.472	1.994.401	643.194	1.512.963	683.103	4.660.125	0,66	1.846.769
Oberhavel	98	73.718	33.284	173.425	55.930	90.917	41.049	338.060	0,35	130.262
Tegeler See (TS)	225	163.317	73.738	385.107	124.197	470.541	212.449	1.018.965	0,45	410.384
Tegeler Fließ	445	484.105	218.573	296.017	95.465	401.431	181.246	1.181.553	0,27	495.285
Nordgraben	881	752.909	339.938	1.113.461	359.091	1.169.624	528.085	3.035.994	0,34	1.227.115
Panke nördl. Verteilerbauwerk	400	326.269	147.310	312.555	100.799	379.742	171.454	1.018.566	0,25	419.563
Oberhavel -TS bis Schleuse Spandau	420	303.181	136.886	1.154.660	372.378	691.986	312.432	2.149.827	0,51	821.696
Unterhavel ab Spreemündung	1.076	909.128	410.471	1.266.185	408.345	1.440.547	650.407	3.615.860	0,34	1.469.223
Großer Wannensee	196	149.109	67.323	207.832	67.026	139.753	63.098	496.694	0,25	197.447
Kleine Wannseekette	141	85.722	38.703	72.725	23.454	104.607	47.230	263.054	0,19	109.387
Teltowkanal (Rudower Arm)	1878	1.992.410	899.573	1.540.774	496.900	2.010.839	907.894	5.544.023	0,30	2.304.367
Britzer Zweigkanal	290	334.063	150.829	352.043	113.534	558.049	251.959	1.244.155	0,43	516.322
Teltowkanal	6.226	6.453.433	2.913.725	7.104.248	2.291.120	9.181.933	4.145.643	22.739.614	0,37	9.350.488
Summe	23.281	22.363.979	10.097.337	33.955.518	10.950.655	36.152.720	16.322.953	92.472.217	0,40	37.370.944
Prozentuale Anteile an der versiegelten Fläche:		24%		37%		39%				

Versiegelte angeschlossene Fläche: 92,47 km²
 Versiegelungsgrad der angeschlossenen Flächen, gesamt: 40 %
 (Blockfläche + Straßenfläche =100%)
 Gesamtmenge der pro Jahr in das Hauptfließgewässersystem
 eingetragenen Niederschlagsmengen: 37,4 Mill. m³
 * am Kanal angeschlossene Fläche

Tabelle 4.1-7 Flächen- und Abflussbilanz der Berliner Trenntwässerungsgebiete

	Parameter spezifische Fracht in kg/ha*a	abfiltr.Stoffe 619,0	CSB 552,0	PT min 1,2	PT max 4	NH ₄ -N 5,8	NO ₃ -N 6,9	Cd 0,008	Zn 5,00	Cu 0,39
Gewässerabschnitt		kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
Müggelspree		101.900	90.871	198	658,48	955	1.136	1,32	823	64
Langer See		79.120	70.556	153	511,28	741	882	1,02	639	50
Stadtspree bis Britzer Zweigkanal (BZK)		251.804	224.549	488	1.627,17	2.359	2.807	3,25	2.034	159
Wuhle		398.751	355.590	773	2.576,74	3.736	4.445	5,15	3.221	251
Stadtspree bis Landwehrkanal		142.136	126.752	276	918,49	1.332	1.584	1,84	1.148	90
Ruschegraben		223.174	199.018	433	1.442,16	2.091	2.488	2,88	1.803	14
Marzahn-Hohenschönhausener-Grgr.		551.370	491.691	1.069	3.562,98	5.166	6.146	7,13	4.454	347
Stadtspree bis BSSK		160.346	142.990	311	1.036,16	1.502	1.787	2,07	1.295	101
Stadtspree bis Mündung		225.335	200.945	437	1.456,12	2.111	2.512	2,91	1.820	142
Kanäle nördlicher der Spree		283.794	253.077	550	1.833,89	2.659	3.163	3,67	2.292	179
Panke ab Verteilerbauwerk		378.028	337.110	733	2.442,83	3.542	4.214	4,89	3.054	238
Kanäle südlich der Spree		288.462	257.239	559	1.864,05	2.703	3.215	3,73	2.330	182
Oberhavel		20.926	18.661	41	135,22	196	233	0,27	169	13
Tegeler See (TS)		63.074	56.247	122	407,59	591	703	0,82	509	40
Tegeler Fließ		73.138	65.222	142	472,62	685	815	0,95	591	46
Nordgraben		187.928	167.587	364	1.214,40	1.761	2.095	2,43	1.518	118
Panke nördl. Verteilerbauwerk		63.049	56.225	122	407,43	591	703	0,81	509	40
Oberhavel -TS bis Schleuse Spandau		133.074	118.670	258	859,93	1.247	1.483	1,72	1.075	84
Unterhavel ab Spreemündung		223.822	199.595	434	1.446,34	2.097	2.495	2,89	1.808	141
Großer Wannsee		30.745	27.418	60	198,68	288	343	0,40	248	19
Kleine Wannseekette		16.283	14.521	32	105,22	153	182	0,21	132	10
Teltowkanal (Rudower Arm)		343.175	306.030	665	2.217,61	3.216	3.825	4,44	2.772	216
Britzer Zweigkanal (BZK)		77.013	68.677	149	497,66	722	858	1,00	622	49
Teltowkanal		1.407.582	1.255.227	2.729	9.095,85	13.189	15.690	18,19	11.370	887
Summe kg/a		5.724.030	5.104.466	11.097	36.988,89	53.634	63.806	73,98	46.236	3.606

Tabelle 4.1-8 Emissionsbilanz der Berliner Trennentwässerungsgebiete

Die am Trennentwässerungssystem angeschlossene Fläche beträgt rd. 92 km², bei einem mittleren Versiegelungsgrad von rund 40% (Blockfläche + Straßenfläche = 100%). Über diese Flächen werden im Mittel rd. 37 Millionen m³/a Regenwasser im Kurzschluss in das Hauptfließgewässersystem eingeleitet. Für Phosphor (TP) ergibt sich ein Eintrag von 11 bis 37 Tonnen pro Jahr bei Zugrundelegen von Konzentrationsschwankungen zwischen 0,3 bis 1,2 mg/lTP im Regenabfluss. Für die Gesamtfrachtbilanz (siehe Kapitel 5) von Phosphor wurde eine mittlere Konzentration von 0,5 mgTP/l im Regenabfluss angesetzt, was einer Gesamtemission von 22 Tonnen pro Jahr entspricht. Bei derartigen Bilanzen ist zu beachten, dass die errechneten

Einträge immer nur die Bruttoemissionen im Jahresdurchschnitt darstellen. Stoffrückhalt in Retentionsräumen (u.a. Regenrückhaltebecken, Kanalnetz) oder in Aufbereitungsanlagen (u.a. OWA Tegel für den Oberhavelbereich) wurden nicht berücksichtigt.

Darüber hinaus zeigen die Bilanzen der einzelnen Emissionspfade, dass der diffuse Eintrag an Schwermetallen in die Oberflächengewässer aus den Regenentwässerungssystemen die Hauptursache für die anhaltend hohe Schwermetallbelastung insbesondere des Unterhavelbeckens ist (siehe Kapitel 5.4).

	Zink in kg/a	Anteil	Kupfer in kg/a	Anteil
Schätzung der Bruttoemissionen der Einzugsgebiete der Trennkanalisation Berlins	46.236	70 %	3.606	51 %
Schätzung der Emissionen durch Mischwasser-einleitungen	6.000	9 %	453	7 %
Frachten der Kläranlagen (1995)				
Schönerlinde	1.901		250	
Falkenberg	3.973		251	
Münchehofe	1.261		115	
Waßmannsdorf	1.127		234	
Marienfelde	768		499	
Stahnsdorf	461		100	
Ruhleben	3.968		1.533	
Summe Klärwerke	13.459	21 %	2.982	42 %
Summe	65.695	100 %	7.041	100 %

Tabelle 4.1-9 Gegenüberstellung geschätzter bzw. gemessener jährlicher Schwermetallemissionen aus der Berliner Trenn- und Mischkanalisation zu den maximalen Frachten aus den Klärwerken am Beispiel von Zink und Kupfer

Die Bilanz soll exemplarisch für Zink und Kupfer die Tendenz aufzeigen, in welchem Verhältnis annähernd die diffusen Schwermetallemissionen der Misch- und Trennentwässerungsgebiete zu den Einträgen der Klärwerke stehen. Es muss davon ausgegangen werden, dass die hohen Verschmutzungspotenziale der urbanen Flächen in Kombination mit den bestehenden Trenn- und Mischentwässerungssystemen den höchsten Anteil in der Gesamtbilanz der Zink- und Kupfereinträge ausmachen.

4.1.4 Auswirkungen und Bewertung der Entlastungstätigkeit der Trennsysteme

Auf die vielfältigen Folgen der Regenentwässerung in die Oberflächengewässer kann im Rahmen dieser Abhandlung nicht

eingegangen werden. Exemplarisch werden wesentliche Schadenssymptome an einigen Gewässern aufgezeigt, die stellvertretend die Berliner Gewässersituation beschreiben. Die stofflichen sowie die hydraulischen Auswirkungen der Regenentwässerung wurden für eine Vielzahl von Fließgewässern und Landseen im Rahmen des Landesüberwachungsprogramms sowie durch Sondermessungen erfasst und dokumentiert. Ausführlicher hat sich u.a. WASSMANN (1994) mit den Auswirkungen der Entlastungstätigkeit der Trennkanalisation auf Stand- und Fließgewässer Berlins beschäftigt.

Die in der Tabelle 4.1-10 aufgezeigten Schadensbilder in hochbelasteten Gewässern müssen in Abhängigkeit ihrer zeitlichen Auswirkung differenziert werden. Auf die allgemeine Sensivität der Berliner Oberflächengewässer gegenüber Nähr- und Schadstoffeinträge wurde bereits im Kapitel 1 eingegangen. Dennoch ist die Intensität

hydraulisch	stofflich
akute Auswirkungen hydraulischer "Stress" an der Sohle hohe Sohlenschubspannung	Sauerstoffzehrungen akute Toxizität (u.a. Ammoniak) erhöhte Präsenz von Keimen
verzögerte Wirkungen	Sauerstoffzehrungen verzögerte toxische Wirkungen Anfachung der Eutrophierung Akkumulation von Keimen im Sediment
Langzeitwirkungen	Veränderung des Trophiestatus forcierte Verschlammung der Gewässersohle Akkumulation persistenter Schadstoffe in den Sedimenten und in biotischen Ketten Akkumulation eutrophierungsrelevanter Nährstoffe im Sediment

Tabelle 4.1-10 Häufige Schadensbilder in Oberflächengewässern nach Regenwassereinleitungen (nach BORCHARDT, 1995; modifiziert und erweitert)

der Schädigungen in den einzelnen Gewässern und Gewässerabschnitten prinzipiell heterogen. Es lassen sich für stark mit Regenwasser beaufschlagte Gewässer jedoch folgende allgemein gültige Gewässergüteprobleme mit unterschiedlicher Ausprägung erkennen:

- stark angespannte Sauerstoffverhältnisse, insbesondere bei signifikanten Regenereignissen nach länger anhaltender Trockenperiode bis hin zu Totalauszehrungen
- eine gegenüber der „natürlichen“ Entwicklung forcierte Eutrophierung
- z.T. extreme Anreicherungen von organischen und insbesondere anorganischen Schadstoffen in den Sedimenten
- bakteriologische Belastung von Badegewässern

Besonders deutlich lassen sich die stofflichen Auswirkungen der Entwässerungspraxis auf die ausschließlich mit Regenwasser belasteten Gewässer, speziell auf die Landseen, dokumentieren. Sonderuntersuchungen zum Trophiegrad weisen einen stark eutrophen bis hypertrophen Status für regenwasserbelastete Landseen aus. Auf der Grundlage von Modellbetrachtungen, die im Zusammenhang mit Eutrophierungsstudien des OECD-Eutrophication-Control-Programms von VOLLENWEIDER UND KEREKES (1980) gemacht wurden, belegte WASSMANN (1994) den prägenden eutrophierungsrelevanten Anschlussgrad von Entwässerungsflächen an einer Vielzahl von Landseen.

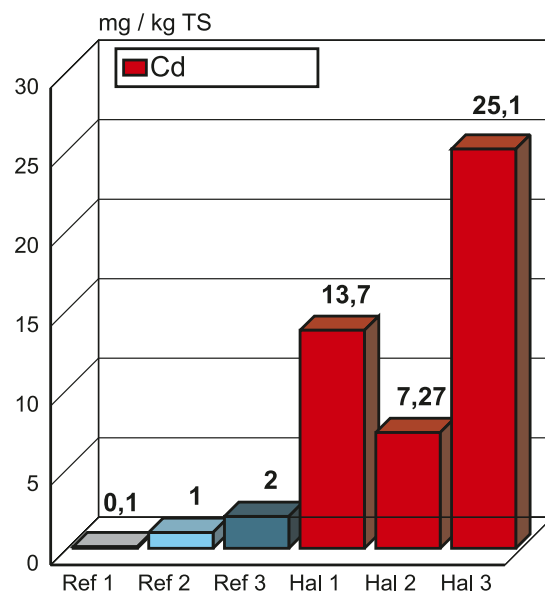
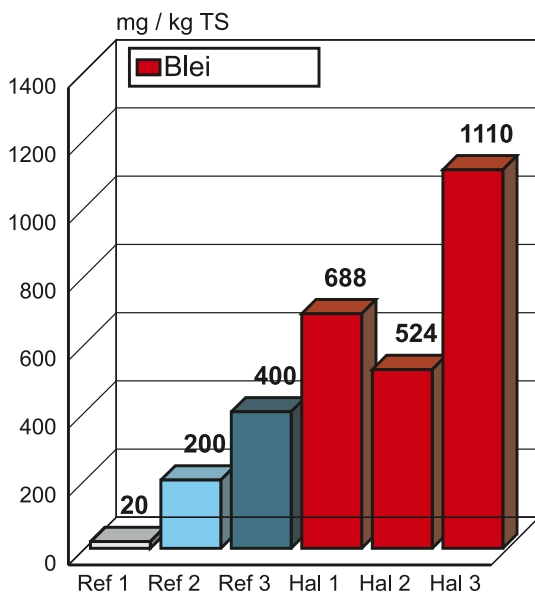
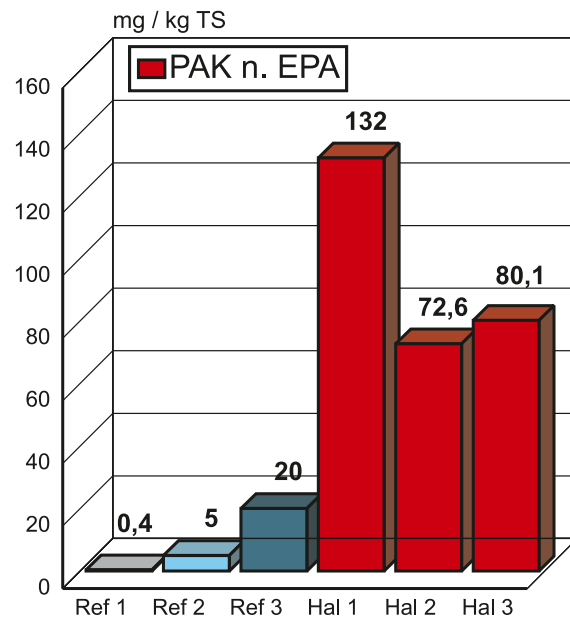
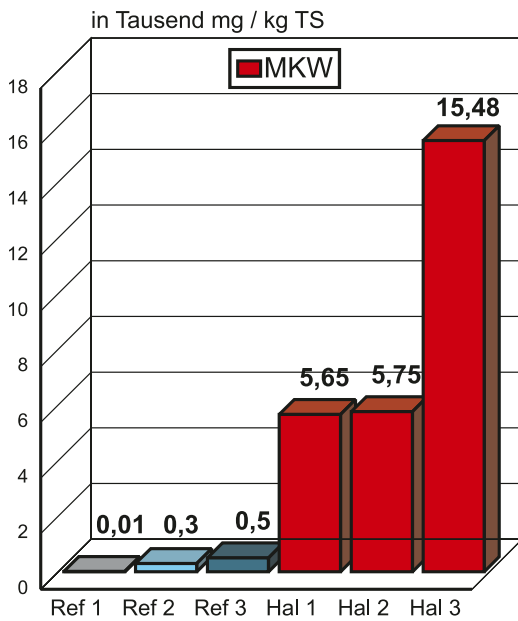
Der hohe Belastungsgrad des Regenwassers mit organischen und anorganischen Schadstoffen lässt sich deutlich in vielen regenwasserbelasteten Gewässern abbilden. Neueste Untersuchungen der jüngsten schwebstoffbürtigen Sedimente des Halensees weisen extrem hohe Gehalte an Schwermetallen auf (siehe Abbildung 4.1-2). Es sind Spitzenwerte für Cadmium von 25 mg/kg TS und für Blei von 1.110 mg/kg TS (gemessen im Schwemmkegel vor dem R-Kanal-Auslauf) gemessen worden. Auch die durchschnittliche Belastung mit Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) mit rund 100 mg/kg TS (Höchstwert 132 mg/kg TS) und für MKW mit 9.000 mg/kg TS ! (Höchstwert 15.480 mg/kg TS) sind Hinweise für extrem hohe Eintragsintensitäten.

In vielfacher Hinsicht ist die Bewertung von Regenwassereinleitungen aus der Trennkanalisation in kleinere Fließgewässer kompliziert, da die kausalen Zusammenhänge außerordentlich komplex sind. Die in die kleineren Fließgewässer Panke, Wuhle und Erpe im Regenwetter-

fall eingeleiteten Nähr- und Schadstoffe werden auf Grund der Transportfunktion der Fließgewässer rasch in die rückgestauten Fließgewässer abgeführt und entfalten dort vorrangig – messtechnisch besser erfassbar – ihre vielfältigen Wirkungen. Sporadisch auftretende Symptome sind in ihrer räumlichen und zeitlichen Ausdehnung längs der Fließachse messtechnisch nur durch aufwändige Dauermesskampagnen erfassbar. Die Gewässerabschnitte sind zudem im Trockenwetterfall maßgeblich durch die Ableitungen der Klärwerke geprägt, sodass die biologisch/ökologische Bewertung der Gewässergüte, u.a. durch Saprobienindices, nur als ein summarischer Indikator vielfältiger Einflussgrößen auf die Zönose gewertet werden kann. Neben den hydrochemischen Einflüssen im Starkregenfall kommen noch hydraulische Einflüsse hinzu. Starke Schwankungen in der Wasserführung führen zu massiven Ausschwemmungen der Besiedlungen. Die Gewässer Panke, Wuhle und Erpe sind zusätzlich durch eine außerordentliche Strukturarmut (Verbau, Begradigungen) gekennzeichnet, sodass die vielfältigsten Stressfaktoren kaum gepuffert werden können (Fehlen von Retentionsräumen, ökologischen Nischen). Nur im Rahmen von gewässerspezifischen Betrachtungen unter Einbeziehung aller Einflussgrößen ist eine differenzierte Ursachenbewertung von ökologischen Zuständen siedlungswasserwirtschaftlicher Einflüsse auf kleinere Fließgewässer vorzunehmen. Während sich die Wirkungen im Gewässer in Folge der eingetragenen zehrenden Stoffe unmittelbar im Einleitungsbereich erfassen lassen, entfalten demgegenüber die übrigen im Abfluss mitgeführten Schadstoffe erst längerfristig ihre Schadenswirkung.

Wesentlich eindeutiger lassen sich die unmittelbaren Einflüsse von sporadisch auftretenden Regenwassereinleitungen auf die Gewässergüte in den rückgestauten Fließgewässern erfassen. Insbesondere in den kanalisierten Fließabschnitten lassen sich Stoßbelastungen infolge von Starkregenereignissen oder von mittleren Regenereignissen nach länger anhaltender Trockenheit anhand stark abfallender Sauerstoffwerte nachweisen.

Zur Dokumentation derartiger Zustände werden durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung in Ergänzung zu den Dauermessungen an festen Wassergütemessstationen nach Starkregenereignissen Profilmfahrten in problematischen Gewässerabschnitten zur räumlichen Erfassung von Sauerstoffdepressionen durchgeführt. Das in Berlin am stärksten durch Regenwassereinleitungen belastete Gewässer ist der Teltowkanal. Über weite Gewässerabschnitte lassen sich nach intensiven Regenereignissen mehrfach im Jahr starke



- Ref 1: **Hintergrundwerte**
 Ref 2: **Einbauwerte für Böden** (Berliner Liste) Z 1.1 auf Sand im Urstromtal, den Nebentälern und der Hochfläche
 Ref 3: **Gefahrenwert** (Berliner Liste) Feststoffgehalt für Böden (Schutzziel Grundwasser), WSZ 3 oder GWST < 5m unter Flur
 Hal 1: 0-20 cm Sediment SO, Mitte kleines Teilbecken
 Hal 2: 0-20 cm Sediment Seemitte Hauptbecken
 Hal 3: 0-20 cm Sediment Schwemmkegel Einlaufbereich R-Kanal

Abbildung 4.1-2 Belastung der Sedimente des Halensees

Einbrüche im Sauerstoffgehalt nachweisen. Die Abbildung 4.1-3 verdeutlicht exemplarisch für das Jahr 2000 die Folgen eines Starkregenereignisses am 17. Mai im mittleren Abschnitt des Teltowkanals. Dem 17. Mai mit einer Regenhöhe von 31 mm in Steglitz ging eine längere trockene Wetterperiode voraus. Die über diesen Zeitraum auf den Flächen und im Kanal akkumulierten Schmutzpoteziale wurden in kurzer Zeit über den Regenabfluss in die Oberflächengewässer eingetragen und führten dort zu entsprechenden Zehrunen. Die Sauerstoffgehalte im Teltowkanal Höhe Steglitz (Fluß-km 19) betragen vor dem Regenereignis 3 bis 5 mg/l (als Profildfahrt nicht dokumentiert). In der Zeit vom 18. Mai bis 6. Juni wurden insgesamt drei Mess-Profildfahrten durchgeführt. Bereits am 18. Mai

unterschritt auf einer Länge von 8 km der Sauerstoffgehalt die kritische Grenze von 3 mg/l. Auf 4 km Länge war kein Sauerstoff mehr nachweisbar. Infolge der Ereignisse kam es im Teltowkanal zu Fischsterben. In den nachfolgenden Tagen stellte sich erst allmählich eine verbesserte Situation ein, die jedoch nach wie vor fischkritische Zustände aufwies. Dass der westliche Teil des Teltowkanals nicht gleichermaßen von den Ereignissen betroffen war, lag an der unterschiedlichen Regenverteilung im Regengebiet, an den grundsätzlich stärkeren Regenwassereinleitungen im mittleren Teil des Teltowkanal aufgrund eines höheren Anschlussgrades und an der belüftenden Wirkung des Kraftwerkes Lichterfelde (km-16,3).

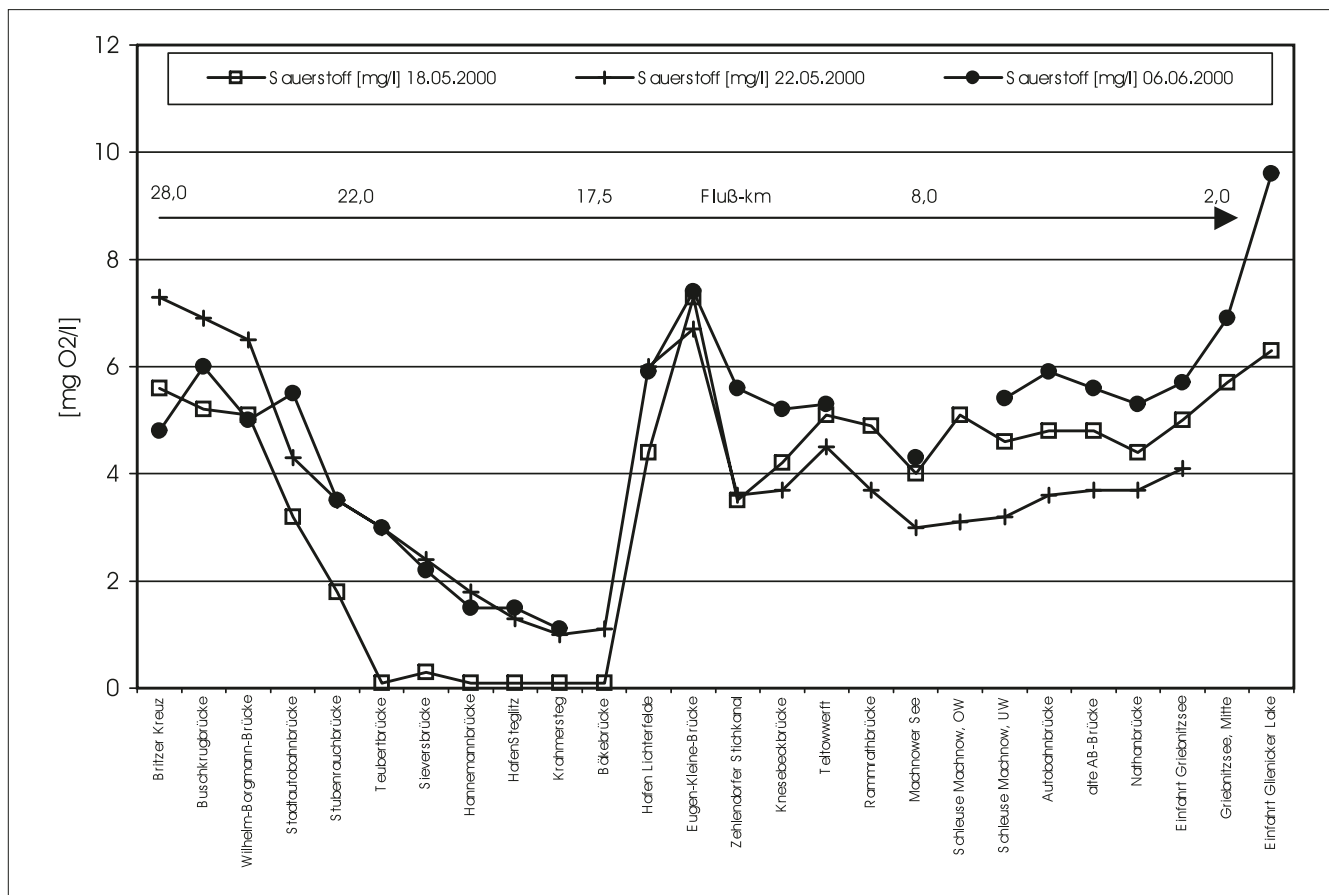


Abbildung 4.1-3 Sauerstofflängsprofil des Teltowkanals im Mai/Juni 2000

4.2 Entwässerung der mischkanalisierten Gebiete

4.2.1 Aktueller Stand und Praxis der Mischwasserentlastungstätigkeit

Der Innenstadtbereich Berlins sowie Teile von Spandau werden über Mischkanalisation entwässert. Die Gesamteinzugsgebietsfläche der Mischkanalisation umfasst rd. 92 km². Das reduzierte (angeschlossene und versiegelte) Einzugsgebiet beträgt rd. 62 km².

In diesen Gebieten wird das von den Entwässerungsflächen abfließende Niederschlagswasser gemeinsam mit dem Schmutzwasser (häusliches und industrielles Abwasser) gesammelt und über die Pumpwerke zu den Kläranlagen gefördert. Um die Prozessstabilität in den Kläranlagen nicht zu stören, wird die Förderleistung der Pumpwerke auf etwa den zwei- bis dreifachen Trockenwetterabfluss ($2 Q_T$ bis $3 Q_T$) beschränkt. Das System sieht deshalb bei

Starkregenereignissen vor, die das Retentionsvermögen des Kanalsystems übersteigende Menge an Mischwasser in die Oberflächengewässer, über sogenannte Regenüberläufe, unbehandelt abzuschlagen. Das Kanalnetz ist so dimensioniert, dass das abgeschlagene Wasser ein Mischungsverhältnis von Schmutz- zu Regenwasser von 1:5 bis 1:7 aufweist. Jedes Einzugsgebiet eines Pumpwerkes (hydraulischer Tiefpunkt) verfügt über eine gewisse Anzahl von Regenüberlaufkanälen im Leitungsnetz (Vorentlastungspunkte) bzw. über einen Regenüberlauf oder Regenbeckenüberlauf unmittelbar am Pumpwerk. Derzeit werden in Berlin 531 Regenüberläufe, 9 Regenüberlaufbecken, 1 Stauraumkanal und ein Bewirtschaftungsbauwerk im Mischwasserkanal betrieben. Bezüglich der Überlaufhäufigkeiten bestehen zwischen den einzelnen Pumpwerkeinzugsgebieten zum Teil erhebliche Unterschiede. Die Überlaufhäufigkeiten schwanken zwischen 1 und > 30 mal im Jahr.

Eine Registrierung der Überlaufmengen erfolgt bei den Berliner Wasserbetrieben lediglich unmittelbar an den Regenüberläufen bzw. Regenüberlaufbecken der Pumpwerke. Dazu wird an den Pump-

werken der Wasserstand automatisch registriert (Schreibpegel) und die Mischwassermengen, die zum Überlauf kommen, werden berechnet.

Jahr	BB West Regenüberlauf	BB West Regenbeckenüberlauf	BB West gesamt	BB Ost Regenüberlauf	Summe m³/a
1989	509.850	1.987.868	2.497.718	303.170	2.800.888
1990	711.200	4.185.100	4.896.300	889.200	5.785.500
1991	232.600	2.519.400	2.752.000	377.750	3.129.750
1992	389.572	3.107.200	3.496.772	617.700	4.114.472
1993	356.400	1.561.000	1.917.400	434.400	2.351.800
1994	852.800	3.289.700	4.142.500	1.060.200	5.202.700
1995	306.790	3.275.400	3.582.190	729.800	4.311.990
1996	244.630	2.104.700	2.349.330	574.130	2.923.460
1997	240.760	2.365.000	2.650.760	613.000	3.218.760
1998	62.390	1.699.900	1.732.290	954.000	2.686.290
1999	41.900	822.900	864.800	574.700	1.439.500
2000	194.270	1.789.400	1.983.670	788.690	2.772.360

Tabelle 4.2-1 Regenüberlaufmengen an den Pumpwerken ohne Vorentlastungen getrennt für die einzelnen Betriebsbereiche (BB) in m³/a (BWB, 2001;)

Rückschlüsse von den Überlaufmengen an den Pumpwerken auf die Überlaufmengen an den Vorentlastungspunkten sind nicht möglich, da keine Abhängigkeiten zwischen den Wasserständen in den einzelnen Haltungen der Einzugsgebiete bestehen. Insofern können auch keine pauschalen Aussagen bezüglich der gesamten

Entlastungsrate in Abhängigkeit der registrierten Menge an den Pumpwerken getroffen werden. In der Regel liegt der Entlastungsschwerpunkt in der Nähe des Pumpwerkes. In einigen Einzugsgebieten übersteigt die Entlastungsrate der Vorentlastungspunkte die Überlaufmengen an den Pumpwerken.

Daten der Pumpwerkseinzugsgebiete im Mischsystem										
Pumpwerks-Einzugsgebiet	Fläche Einzugsgebiet [ha]	red. Fläche Einzugsgebiet A red [ha]	Befestigungsgrad [-]	Einwohnerzahl (Mischs.) [E]	Einwohnerdichte [E/ha]	Trockenwetterabfluß [m³/d]	einwohnerspezifischer Abwasseranfall [l/E*d]	Anzahl RÜ's	Anzahl Einleitungsstellen (MW)	Vorflutgewässer
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Berlin I Kreuzberg, Paul-Lincke-Ufer	ca. 310	ca. 250	0,806	60.507	195	10.600	175	19	3 12	Spree Landwehrkanal
Berlin II Kreuzberg, Gitschiner Straße	ca. 862	ca. 600	0,696	ca. 106.000	123	18.000	170	47	5 18	Spree Landwehrkanal
Berlin III Kreuzberg, Schöneberger Straße	413,1	282,6	0,684	20.926	51	9.200	440	55	16 8	Spree Landwehrkanal
Berlin IV Mitte, Scharnhorststraße	731,8	571,43	0,781	106.007	145	23.000	217	101	4 5 10	Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal Panke Spree
Berlin V Friedrichshain, +A19Holzmarktstraße	675,3	507,4	0,751	88.955	131	19.000	214	19	8	Spree
Berlin VII Tiergarten, Gentiner Straße	310,6	241	0,776	44.269	142	12.800	289	14	9	Landwehrkanal
Berlin VIII Tiergarten, All-Moabit	M: 534 R: 32,4	M: 412,1	0,772	81.787	146	14.300	175	20	2 9 1	Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal Spree Charlottenburger Verbindungskanal
Berlin IX Wedding, Seestraße	477,9	312,2	0,653	95.373	200	13.300	139	5	4	Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal
Berlin X Wedding, Bellermannstraße	ca. 413	ca. 310	0,751	72.925	177	10.900	149	ca. 8	3 1	Panke Spree (zus.mit RÜ's aus and. EZG)
Berlin XI Prenzlauer Berg, Friedländer Straße	373,3	83,3	0,742	39.613	106	15.400	176	5	1	Panke Spree (zus.mit RÜ's aus and. EZG)
Berlin XII Friedrichshain, Rudolfstraße	405	335,8	0,733	62.396	155	14.000	142	18	4 1	Spree -> Bln V
Neikölln I Wildenbruchstraße	515,3	377,9	0,818	128.543	250	19.100	149	57	5 8	Landwehrkanal Neuköllner Schifffahrtskanal
Neukölln II Dammweg	146,7	120	0,757	18.527	149	7.200	228	5	2	Neuköllner Schifffahrtskanal
Spandau I Betckestraße	M: 224 R: 60	169,7	0,759	85.232	300	13.300	156	23	k.A.	k.A.
Wilmerdorf Hohenzollerndamm	M: 909 R: 106	702,1	0,772	285.672	216	49.200	172	24	3	Landwehrkanal
Charlottenburg I Sophie-Charlotten-Straße	M: 938,73 R: 146,79	M: 704,72	0,751	132.365	122	29.000	219	63	12 7	Landwehrkanal Spree
Charlottenburg III Nonnendamm	96	ca. 80	0,83	14.473	236	8.000	254	ca. 11	6 2	Spree Schifffahrtskanal
Summe:	M: ca. 8336 M+R: ca. 8681	ca. 6254	-	ca. 1.445.500	-	289.300	-	ca. 494	ca. 169	Spree Schifffahrtskanal
Mittelwert:	-	-	0,75	-	ca. 168	-	ca. 197	-	-	

Tabelle 4.2-2 Kenndaten der Pumpwerkseinzugsgebiete des Mischsystems (BWB, 1999)

4.2.2 Diskussion der Mischwasserentlastungspraxis

NÖTLICH berichtete bereits 1937 über Untersuchungen zum Einfluss der Berliner Regenauslässe auf den Sauerstoffgehalt von Spree und Havel in den Jahren 1934 und 1935. Er weist schon damals auf Fischersterben im Zusammenhang mit Regenauslässen hin. Die bereits vor mehr als 60 Jahren dokumentierten Sauerstoffauszehrungen der betroffenen Gewässer sind auch heute im wesentlichen unverändert ein erhebliches Problem für die Innenstadtgewässer, wie Sauerstoffprofilfahrten belegen. Beispielhaft werden anhand der Situation im Mai/Juni 2000 die Folgen der Mischwasserüberläufe auf

die innerstädtischen Gewässer aufgezeigt. Nach starken Niederschlägen am 17. Mai kam es in Berlin zu signifikanten Mischwasserüberläufen. Allein über die Regenbeckenüberläufe Berlin I, Berlin II, Berlin VI und Berlin VII wurden am 17. Mai 2000 38.000 m³ Mischwasser in den Landwehrkanal eingeleitet. Deutliche Anzeichen von Sauerstoffzehrungen wurden am 18. Mai im Landwehrkanal zwischen Urbanhafen und Potsdamer Platz und unterhalb der Unterschleuse registriert (siehe Abbildung 4.2-1). Gewässerstrecken über mehrere Kilometer waren sauerstofffrei. Durch den massiven Einsatz des Sauerstoffschiffes „Rudolf Kloos“ (200 kg technischer Sauerstoff je Stunde) in der Zeit vom 17.5. bis 27.5.2000 konnte die Situation leicht

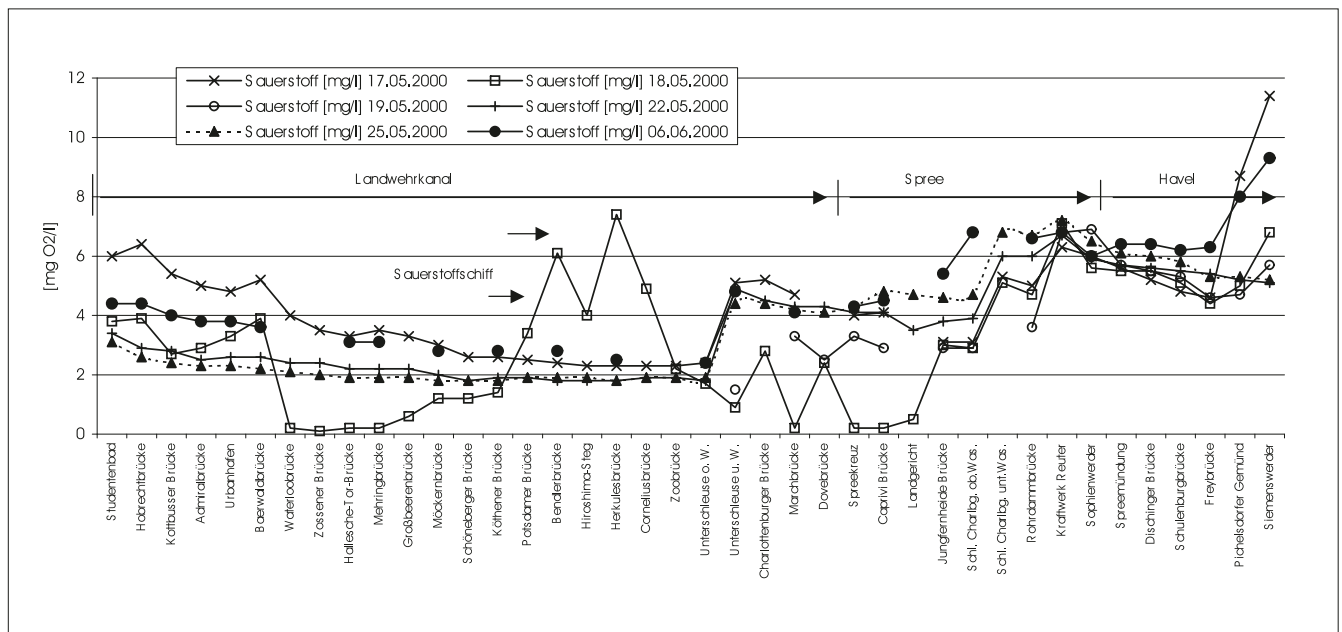


Abbildung 4.2-1 Auswirkungen der Mischwasserentlastungen auf den Sauerstoffhaushalt des Landwehrkanals nach einem Starkregenereignis in 2000

entspannt werden. Infolge des hohen Zehrungsdruckes überschritten die Sauerstoffkonzentrationen bis zum 25. Mai im gesamten mittleren Abschnitt des Landwehrkanals jedoch nicht die kritische 3 mg/l-Marke. Die Sauerstoffspitzen zwischen Bendlerbrücke und Zoobrücke sowie zwischen Unterschleuse und Spreekreuz am 18. Mai (siehe Abbildung 4.2-1) sind auf lokale Effekte zurückzuführen. Im unmittelbaren Einflussbereich des Sauerstoffschiffes werden hohe Anreicherungen erzielt, die jedoch zügig wieder abgebaut werden. Bei der unmittelbaren Begegnung zwischen Belüftungsschiff und Messschiff werden derartige Piks registriert.

Ähnliche Zehrungen wurden bei weiteren Messfahrten und im Rahmen von Sondermessungen in den letzten Jahren registriert. Die Abbildung 4.2-2 zeigt generell für die mit Mischwasser unmittelbar beaufschlagten innerstädtischen Gewässer die im Verhältnis zum Spreeband deutlich schlechteren Sauerstoffverhältnisse. Die Dauermessungen im Jahre 2000 (n=96/Tag; Messzeit: Mai bis Oktober) zeigen für den Neuköllner Schiffsfahrtskanal (km=0,5) und Landwehrkanal (km=2,5), dass 25% der Messwerte unterhalb von 3 mg/l liegen; ca. 50% der Messwerte überschreiten nicht die 5 mg/l Marke. Etliche Tonnen toter Fische, die jedes Jahr aus den innerstädtischen Gewässern nach signifikanten Entlastungsereignissen abgefischt werden mussten, sind Hinweis auf akut toxische Wirkungen der Mischwasser-

entlastungspraxis. Seit 1997 können massive Fischsterben durch den Einsatz des Belüftungsschiffes (MS Rudolf Kloos) teilweise unterbunden werden.

Die Abbildung 4.2-4 zeigt für Cypriniden die Abhängigkeit der akuten Toxizität vom Sauerstoffgehalt, von Expositionszeiten und unterschiedlichen Temperaturen.

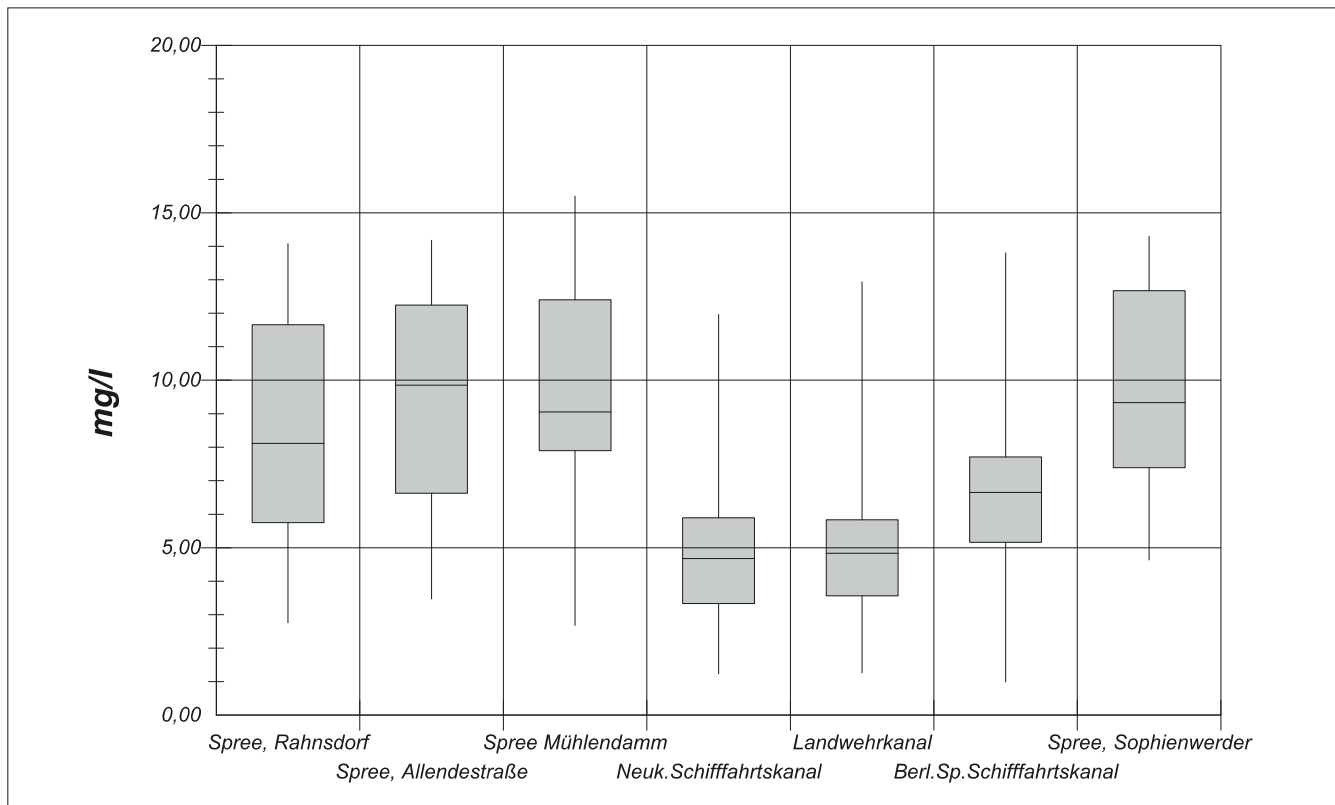


Abbildung 4.2-2: Statistische Kenngrößen (Min, 25-Perz., 50-Perz., 75-Perz., Max) der Sauerstoffdauermessungen Mai bis Oktober 2000 von unterschiedlichen Wassergütemessstationen

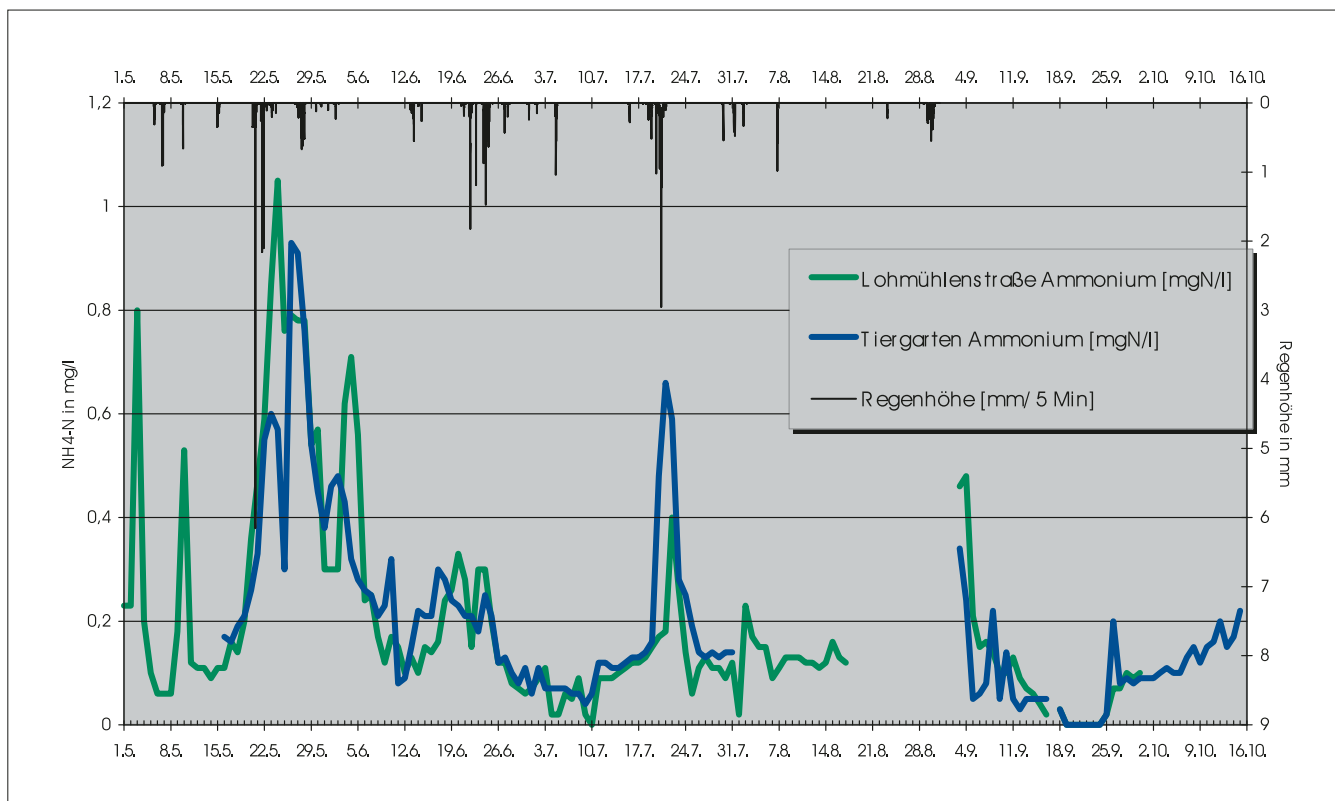


Abbildung 4.2-3 Ammoniumkonzentrationen (mgN/l; 24 h-Mischproben) von Mai bis Oktober 1997 im Landwehrkanal (Lohmühlenstraße und Tiergarten) sowie Regenhöhe (mm/5min)

Neben Sauerstoffdepressionen führen weitere Auswirkungen der Mischwassereinleitungen zu Schädigungen der Biozösen. Die akut toxische und subletale Wirkung des nicht ionisierten Ammoniums (Ammoniak) ist hinlänglich bekannt und auch ein wesentlicher Grund für auftretende Schädigungen der Fischbiozösen und Invertebraten in der Spree und in den Kanälen. Das Dissoziationsgleichgewicht zwischen Ammonium und Ammoniak ist in erster Linie vom pH-Wert und von der Temperatur abhängig. Die toxische Wirkung wird durch Sauerstoffuntersättigungen verstärkt (siehe Abbildung 4.2-5) und nimmt mit Länge der Expositionszeiten deutlich zu. Nennenswerte Anteile an Ammoniak treten erst bei pH-Werten von über 7,5 bis 8 auf. Wie kontinuierliche Messungen zeigen, liegen die pH-Werte in Berliner Gewässern auf Grund der hohen Trophie ausschließlich im Bereich zwischen 8 und 9, zeitweilig auch darüber. Bei einer Wassertemperatur von 22°C und einem pH-Wert von 8,5 beträgt der Anteil des Ammoniaks am Ammonium bereits 13%. Im Entlastungsfall steigen die Ammoniumgehalte im Einflussbereich der Mischwassereinleitungen deutlich an. Sondermessungen in 1996 und 1997 im Landwehrkanal weisen $\text{NH}_4\text{-N}$ Konzentrationen infolge von Mischwassereinleitungen um 0,4 bis 1 mg/l auf, mit zum Teil lang anhaltenden Expositionszeiten aufgrund der gehemmten Nitrifikation (siehe Abbildung 4.2-3). Für Cyprinidengewässer wird ein Schwellenwert zum Schutz der Lebensgemeinschaften von 0,31 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ (90-Perzentil, für Chlorid > 10mg/l) angegeben. Die Schädlichkeits-

grenze für $\text{NH}_3\text{-N}$ bei einer Expositionszeit von 24 h, einer Wassertemperatur von 20°C und einer Sauerstoffuntersättigung um 40% beträgt 0,06 mg/l. Die durch Mischwassereinleitungen hervorgerufenen Ammonium-Gehalte verursachen in Verbindung mit hoher Trophie kritische Ammoniak-Konzentration im Oberflächenwasser von 0,065 bis 0,13 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$ und somit toxische bis subtoxische Wirkungen (u.a. Kiemenschäden bei Fischen, Invertebratendrift). Die o.g. Grenzwerte für Ammoniak gelten aber nur unter der Voraussetzung, dass zwischen den Ereignissen deutliche Erholungsphasen für die Biozösen eintreten. Die Häufigkeit der zulässigen Überschreitung des Grenzwertes beträgt beispielsweise einmal in 7 Jahren. In Berlin werden pro Jahr jedoch mehrfach kritische Ereignisse registriert, was die Situation insgesamt verschärft. Durch den Eintrag weiterer organischer und anorganischer Schadstoffe im Mischwasser (u.a. Schwermetalle, AOX) werden zusätzliche subtoxische Schädigungen hervorgerufen.

Stoßartige Einträge sind auf Grund der Lage der Mischwasserüberläufe im Gewässersystem auch für das obere Unterhavelbecken von Bedeutung. Von den Mischwasserüberläufen im Innenstadtbereich gehen nicht nur erhebliche Gewässerbelastungen für die kanalartigen Innenstadtgewässer aus, sondern es ist auch der Bereich des oberen Unterhavelbeckens betroffen. Neben den Einträgen vom Klärwerk Ruhleben im Regenwetterfall in die Spree ist der

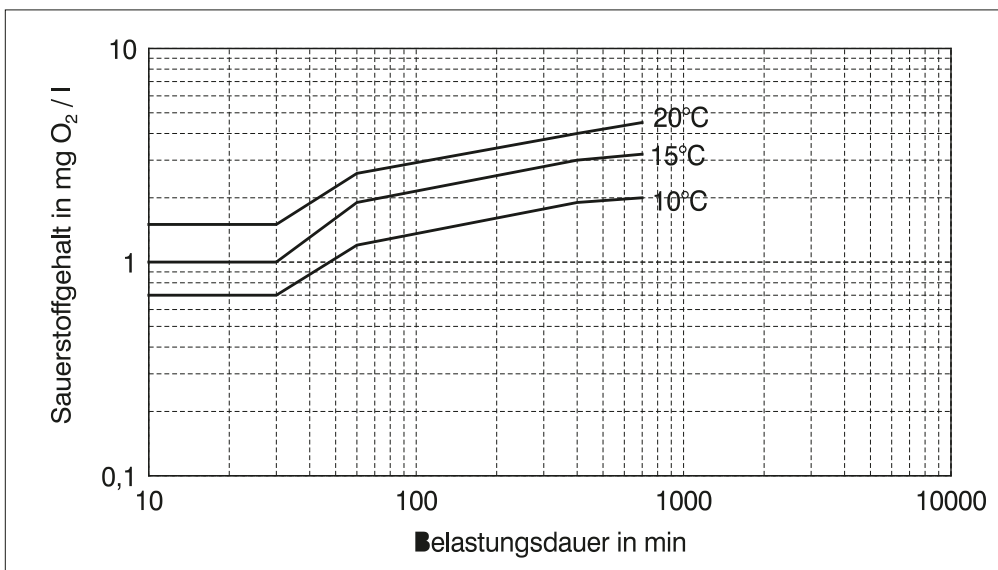


Abbildung 4.2-4
Grenzwerte (Letalitätsgrenzen) für Sauerstoffmangel in Cyprinidenregionen bei unterschiedlichen Temperaturen (aus LAMMERSEN, 1997)

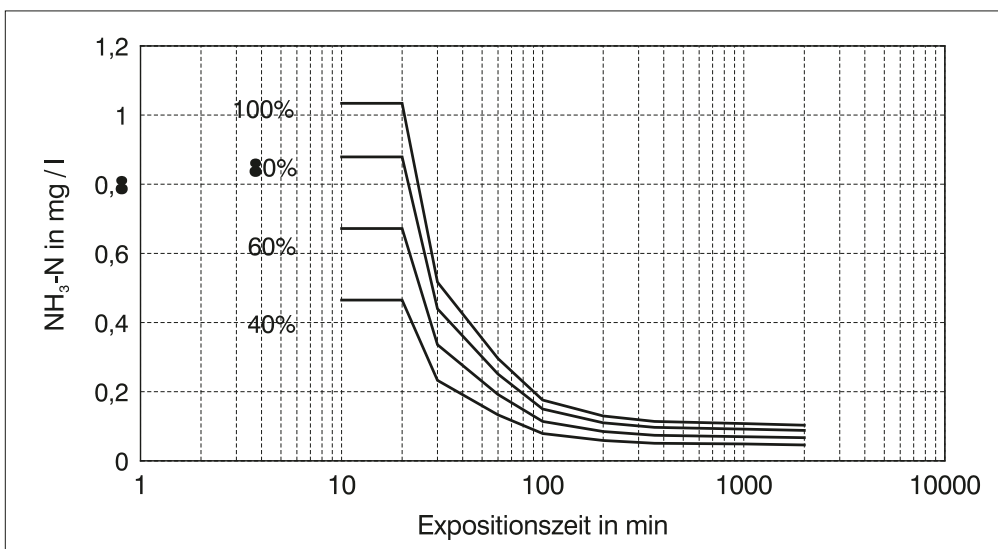


Abbildung 4.2-5
Grenzwerteverlauf zur Bewertung der Ammoniaktoxizität für Cyprinidengewässer bei unterschiedlichen Sauerstoff-sättigungen und bei einer Wassertemperatur von 15°C (aus LAMMERSEN, 1997)

Einfluss der Mischwassereinleitungen auf die bakteriologischen Zustände im Unterhavelbecken durch Untersuchungen belegt (siehe Kapitel 5.3.).

	Abfiltr.Stoffe	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Ges.-P
	mg / l bzw. mg O ₂ / l					
KRAUTH 1971 ¹⁾	177	88	114	19,4 ^{*)}	—	—
KRAUTH UND STOTZ 1985 ²⁾	225/46,5	126/37	—	—	—	—
KRAUTH UND STOTZ 1985 ²⁾	95,5	65,4	—	—	—	—
KRAUTH UND STOTZ 1985 ²⁾	291/7,9	115/14,1	268/26	—	—	—
KRAUTH UND STOTZ 1985 ²⁾	48	40,3	84	—	—	—
HARREMOES UND JOHANSEN 1986 ³⁾	41-469	42-114	79-275/	0,6-2,1	0,6-2,1	1,1-7,4
JOHANSEN 1986 ³⁾	176	30	130	—	—	2,6
WINTER 1988	—	49-112	146-292	7,1-10,3	0,2-1,1	2,4-2,5
GEIGER 1990 ⁴⁾	55-177	42-114	79-275	3,8-8,6	0,3	1,2-4,3
HEINZMANN 1996 ⁵⁾	193/97	82/56	269/176	4,8/3,3	13,2/9,8 ^{*)}	2,6/2,6

1) Jahresmittelwerte

2) 95/15 Percentil, (2) und (3) für unterschiedliche Einzugsgebiete, 2. Zeile Arithmetisches Mittel aus mehrjährigen Messreihen

3) Schwankungsbereich einer 1-jährigen Messreihe, 2. Zeile Arithmetisches Mittel

4) aus Literaturangaben

5) Beprobung des Urbanbeckens in Berlin Kreuzberg, x/x stellt jeweils den Zu- und Ablaufwert (Regenbeckenüberlauf) des Beckens dar; Jahresmittelwert 1993

*) Nges

Tabelle 4.2-3 Mittlere Konzentrationen im Mischwasser aus Literaturangaben

Die Zielrichtungen des Arbeitsblattes A 128 im allgemeinen wie auch die konkreten Sanierungsziele für das Berliner Mischsystem müssen vor dem Hintergrund der besonderen Gewässersituation Berlins künftig einem Wirkungsnachweis unterzogen werden. Die Reduzierung der direkten Vorfluterbelastung auf 20% des Regenabflusses für CSB, BSB und AFS (siehe Kapitel 6.6.1) stellt eine erste pragmatische und derzeit nicht zu ersetzende Zielstellung dar, die Gewässer durch Mischwasserüberläufe zu entlasten und berücksichtigt bereits ansatzweise die besondere Gewässersituation Berlins. Inwieweit damit akute Schadensbilder und die Belastung der Unterhavel wirksam reduziert werden können, kann aus methodischen Gründen derzeit nicht abschließend bewertet werden. Durch die Schaffung von Speichervolumen werden zwar kleinere Überlaufereignisse abgefangen und somit die Fracht reduziert, jedoch die größeren Ereignisse (größer 15 l x s/ha) verursachen weiterhin 10 bis 15 mal im Jahr entsprechende Stoßbelastungen. Die Gesamtjahresfracht der Mischüberläufe wird zwar entsprechend den oben genannten Zielstellungen reduziert werden können, die Emissionen erfolgen jedoch weiterhin konzentriert während der Überlaufereignisse. Die Koppelung von Emissionsganglinien der Schmutzfrachtberechnungen für den Sanierungsstand der Mischsysteme mit einem Gewässergütemodell als Bewertungsmethode ist derzeit noch nicht Stand der Technik und steht somit als Bewertungsinstrumentarium auch noch nicht zu Verfügung. Durch die laufende Weiterentwicklung der Modellsysteme wird es künftig möglich sein, derartige Nachweise in ausreichender Genauigkeit zu führen, auf deren Grundlage dann die Sanierungsziele für die Mischsysteme perspektivisch bewertet und diskutiert werden können. Die Formulierung von weitergehenden Sanierungsanforderungen für die Mischsysteme kann somit nur mittelfristig auf der Grundlage gekoppelter Betrachtungen von wirtschaftlich vertretbaren Möglichkeiten der weitergehenden Emissionsreduzierung unter Einbeziehung des Ableitungsweges der Kläranlage und immissionsbezogener Anforderungen erfolgen.

Zudem ist die alleinige Bewertung des Entlastungsverhaltens anhand der Parameter CSB und BSB für die besondere Berliner Gewässersituation unzureichend. Eine Erweiterung der Nachweisverfahren auf Nährstoffparameter (insbesondere auf Ammonium und Phosphor), auf die Bakteriologie und Schwermetalle ist grundlegende Voraussetzung zur Bewertung von geplanten Sanierungsmaßnahmen. Dazu sind jedoch noch entsprechende Messprogramme zur Erfassung des Belastungsniveaus für das Mischwasser erforderlich, bevor diese Parameter im Rahmen der Nachweisverfahren sinnvoll modelliert werden können.

Ein einheitlicher Kenntnisstand zum Entlastungsverhalten der städtischen Mischkanalisation liegt derzeit ebenfalls noch nicht vor. Genauere Angaben zu den tatsächlichen Entlastungsmengen aller Netze als Gesamtjahressumme oder ereignisspezifisch für die einzelnen Entlastungspunkte können derzeit nur im Rahmen der Kanalnetzberechnungen getroffen werden, da eine messtechnische Erfassung der Überlaufmengen und Frachten nicht geleistet werden kann. Mit Hilfe der kontinuierlichen Langzeitsimulation lassen sich die Überlaufmengen auf der Basis von langjährigen Regenreihen ermitteln. Diese sind bisher noch nicht für alle Mischwassereinzugsgebiete vorhanden (siehe Tabelle 6.6-2).

Schätzungen bezüglich der Gesamtentlastungsmenge liegen von Kloos (1978) vor. Die durchschnittliche jährliche Entlastungsmenge wurde mit 7,5 Millionen m³ angegeben. Diese Menge entspricht in etwa dem doppelten der an den Pumpwerken registrierten Überlaufmengen. Legt man zur Abschätzung der Gesamtjahresfracht an Phosphor, die über die mischkanalisierten Gebiete in das Unterhavelbecken eingetragen wird, eine Überlaufmenge von 7 Millionen m³ Mischwasser pro Jahr zu Grunde, so lässt sich eine Gesamtfracht von ca. 15 Tonnen TP errechnen. Angenommen wurde dabei ein mittlerer P-Gehalt im Mischwasser von 2 bis 2,5 mg/l (siehe Tabelle 4.2-3; Untersuchungen von HEINZMANN am Urbanbecken). Die-

se Phosphorfracht liegt in der Größenordnung der Emissionen der einzelnen Großklärwerke. Bezogen auf den Pegel Sophienwerder beträgt der Anteil der Einträge der Mischwasserüberläufe an den gesamtstädtischen (Berliner) Emissionen bereits rund 22 Prozent und ist deshalb im Rahmen von Sanierungsbetrachtungen für das Unterhavelbecken (Eutrophierung) nicht mehr zu vernachlässigen. Bei der Berechnung der Phosphorfrachten für Ruhleben wurde ein halbjähriger Ableitungszeitraum in die Spree berücksichtigt. Die niederschlagsbedingte Ableitung von Abwasser in die Spree durch Ruhleben ist in der Abschätzung nicht enthalten.

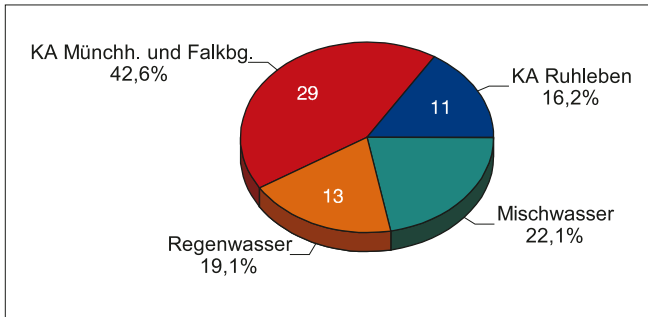


Abbildung 4.2-6 Abgeschätzte Verteilung der Anteile der Berliner Emissionspfade an Phosphor bezogen auf den Pegel Sophienwerder (Werte in den Segmenten in t pro Jahr)

Nach Stilllegung der Kläranlage Falkenberg wächst der mischwasserbürtige Anteil bereits auf über 30% an, bei Annahme gleicher Einträge über die anderen Pfade.

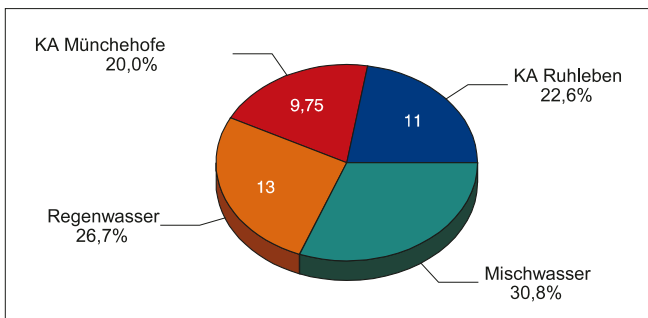


Abbildung 4.2-7 Abgeschätzte Verteilung der Anteile der Berliner Emissionspfade an Phosphor bezogen auf den Pegel Sophienwerder nach Stilllegung von Falkenberg (Werte in den Segmenten in t pro Jahr)

4.3 Notauslastigkeiten der Abwassersysteme der Berliner Wasserbetriebe und Fremdwasseranteile im Regenwetterfall

Im Gegensatz zu den sonstigen Abwassereinleitungen sind Notauslässe auf besondere betriebsbedingte oder systembedingte Situationen zurückzuführen. Gründe für derartige Abwasserableitungen sind:

- Druckleitungsschäden hinter den Pumpwerken im Zulauf zu den Kläranlagen,
- der Ausfall einzelner Förderpumpen (u.a. Defekt, Stromausfall, Ausfall von Stromaggregaten),
- Starkregenereignisse.

Von den 74 Notauslässen (NA) der Berliner Abwasserpumpwerke (APw) führen mittelbar oder unmittelbar

- 35 NA zur Spree
- 13 NA zur Havel
- 18 NA zum Teltowkanal
- 5 NA zu den stehenden Oberflächengewässern
- 3 NA über S-Kanäle zu anderen Pumpwerken

Die Notüberlauffähigkeiten der Netze sind durch geeignete Maßnahmen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Zur Charakterisierung der Bedeutung der Berliner Notauslastigkeit wurden die ereignisspezifischen Meldungen der Berliner Wasserbetriebe der Jahre 1994 und 1995 einer näheren Auswertung unterzogen (siehe Tabelle 4.3-1). Die Bewertung der Ereignisse erfolgt auf der Grundlage einer reinen Emissionsabschätzung (Fracht, Abfluss). Für eine detaillierte immissionsbezogene Auswertung fehlen die notwendigen Grundlagendaten. Das in Berlin betriebene Gewässergüteüberwachungsprogramm kann eine Erfassung von Kurzzeitwirkungen unmittelbar im Einleitungsbereich nicht leisten. Diese Einträge ins Verhältnis gesetzt mit sonstigen Abwassereinleitungen und Frachten innerhalb des Planungsraumes, ergibt ein orientierendes Bild über die Bedeutung dieses Eintragspfades.

Größter Einleiter in den Jahren 1994 und 1995 war das Pumpwerk (Pw) Prenzlauer Berg (Bln. XI) mit 6.000 m³ und 3.100 m³ Abwasserableitung in die Spree verursacht durch zwei Druckrohrschäden. Eine exemplarische Frachtberechnung mit der höchsten Ableitungsmenge von 6.000 m³ und der typischen häuslichen Abwasserzusammensetzung im Verhältnis zu der Fracht bei Passage des Abwassers durch eine Kläranlage, zeigt die Tabelle 4.3-2.

Pumpwerk	Notauslassereignis in m ³	Notauslassereignis in m ³	Notauslassereignis in m ³	Summe 1994/95 in m ³	Aufnahmesystem
Bri	1.400	5.100	1.200	7.700	Teltowkanal
Nsch	800	600	600	2.200	Panke
Bln XI	3.100	6.000		9.100	Spree
Stg.	3.900	1.700		5.600	Teltowkanal
Owd	600	1.000		1.600	Spree
Waid a	625	730		1.355	RW-Sickerbecken Forstweg
Waid	400	675		1.075	Tegeler Fließ
Tgl a	100	165		265	Tegeler Fließ
Rud	3.300			3.300	Teltowkanal
Spa I	3.200			3.200	Havel
Lbg	2.000			2.000	Spree
Trp	600			600	Teltowkanal
Adh I	500			500	Teltowkanal
Joh	500			500	Spree
Buh	350			350	Neue Panke
Hdf	315			315	Schmöckpfuhlgraben/ Panke
Kht II	300			300	S-Kanal zum PW Kht I
Rei II	300			300	Flughafenee
Mdf	300			300	Teltowkanal
Agl II	250			250	R-Kanal zum Teltowkanal
Bln IV	200			200	BSSK
Köp Ia	165			165	Alte Spree

Tabelle 4.3-1 Übersicht über einzelne Notauslasstätigkeiten in den Jahren 1994/95

	AW-Menge	Konzentration im Trockenwetterabfluss	Ereignisfracht	Konzentrationen im KA-Ablauf Schönerlinde	adäquate Fracht bei KA-Passage
CSB	6.000 m ³	600,0 mg/l	3.600 kg	41,0 mg/l	246,0 kg
BSB ₅	6.000 m ³	300,0 mg/l	1.800 kg	6,0 mg/l	36,0 kg
N _{gesamt}	6.000 m ³	55,0 mg/l	330 kg	20,9 mg/l	125,0 kg
P _{Gesamt}	6.000 m ³	12,5 mg/l	75 kg	0,6 mg/l	3,6 kg

Tabelle 4.3-2 Frachten während eines Notauslassereignisses am Pumpwerk Bln XI und Gegenüberstellung der adäquaten Fracht bei angenommener Passage der Notüberlaufmenge durch eine Kläranlage

Da sich das Pumpwerk Bln. XI im Mischsystem befindet und unmittelbar vor der Notauslasstätigkeit starke Niederschläge mit Werten um 22 mm im Entwässerungsgebiet registriert wurden, ist von einer Verdünnung des Abwassers und somit von einer deutlich reduzierten (realen) Fracht gegenüber der errechneten Fracht auszugehen. Hinweise zum Verdünnungsverhältnis liegen nicht vor. Das Abwasser wurde über 9 Stunden verteilt in die Vorflut eingeleitet und entspricht einem Abflusswert von $Q = 0,185 \text{ m}^3/\text{s}$. Der mittlere Abfluss der Spree betrug während des Notauslasses $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

An den Pumpwerken Britz und Niederschönhausen kam es im betrachteten Zeitraum jeweils dreimal zu Notauslässen mit NA-Abflussmengen von $0,330 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pw Bri) und $0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pw Nsch). Weil diese Notauslasstätigkeiten im Zusammenhang mit starken Niederschlägen stehen, ist der Eintritt größerer Mengen Regenwasser

in die Schmutzwasserkanalisation zu vermuten. Es liegt somit eine Verdünnung des über den Notauslass abgegebenen Schmutzwassers nahe. Die durchschnittliche Tagesfördermenge der beiden Pumpwerke im Trockenwetterfall liegt bei $Q_{\text{TW}} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pw Bri) und $0,130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Pw Nsch).

Die mit über 3.000 m^3 spezifisch höchste NA-Tätigkeit infolge Starkregens ereignete sich vor dem Pw Steglitz. Das Pumpwerk leitet durchschnittlich $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Trockenwetter an die Kläranlagen weiter und im beschriebenen Fall mussten ca. zwei Stunden lang durchschnittlich $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ über den Notauslass in den Teltowkanal abgeleitet werden. Legt man beispielsweise durchschnittliche Konzentrationen, wie sie in Mischwassersystemen beobachtet werden zu Grunde, lassen sich für dieses Ereignis folgende Frachten errechnen:

Parameter	Konzentration im Notüberlauf	abgeschätzte Fracht	durchschnittliche Konzentration im KA - Ablauf von Marienfelde	adäquate Fracht bei Passage durch eine Kläranlage
CSB	240 mg O ₂ /l	720,0 kg	84 mg O ₂ /l	252,0 kg
BSB ₅	90 mgO ₂ /l	270,0 kg	10 mg O ₂ /l	30,0 kg
P _{Gesamt}	2,6 mg/l	7,8 kg	0,6 mg/l	1,8 kg

Tabelle 4.3-3 Frachten während eines Notauslassereignisses am Pumpwerk Steglitz und Gegenüberstellung mit adäquater Fracht bei angenommener Passage der Notüberlaufmenge durch eine Kläranlage

Im Jahr 1994 wurden insgesamt 24.790 m³ per Notauslass in die Gewässer eingeleitet, während ein Jahr später die entlastete Abwassermenge mit 16.835 m³ um ca. ein Drittel niedriger lag. Insgesamt ereigneten sich in beiden Jahren zusammen 32 Notauslassaktivitäten. Nur fünf Ereignisse sind direkt auf technische Defekte zurückzuführen, was angesichts der Existenz von 89 Pumpwerken auf eine relativ hohe Betriebssicherheit schließen lässt.

Problematischer sind dagegen Notauslässe vor Pumpwerken infolge starker Niederschläge. Ursache hierfür sind zum Teil hohe Anschlussgrade von versiegelten Flächen an die Schmutzwasserkanäle im Trennsystem. Durch diese nur zum Teil genehmigten Regenwasseranschlüsse wurden „step by step“ Schmutzwasserkanäle verkappt zu Mischkanälen umfunktioniert. Die Ableitungskapazität der Pumpwerke und Druckleitungen ist in den Trennentwässerungsgebieten

bzw. in Gebieten ohne Regenwasserableitung im Regelfall auf den 1,3-fachen Trockenwetterabfluss ausgelegt und reicht somit bei stärkeren Regenereignissen nicht aus, das „Mischwasser“ (Schmutzwasser und Fremdwasser im Regenwetterfall) zur Kläranlage vollständig abzuleiten.).

Zur vergleichenden Bewertung der Gesamtfracht durch Notauslassaktivitäten am Beispiel des Parameters Phosphor in die Oberflächen-gewässer gegenüber weiteren diffusen städtischen Eintragsquellen wurden folgende Annahmen getroffen:

1. durchschnittliche Einleitungsmenge pro Jahr 20.000 m³,
2. durchschnittliches Verdünnungsverhältnis des Notüberlaufes von Trockenwetter zu Regenwasser 1 zu 3

	Einleitungsmenge pro Jahr		Einleitungsfracht pro Jahr	
Mischkanalisation	7 Mio m ³	17 %	15.000 kg P	39,4 %
Trennkanalesation	35 Mio m ³	83 %	23.000 kg P	60,4 %
Notüberläufe	20.000 m ³	0,04 %	75 kg P	0,2 %

Tabelle 4.3-4 Gegenüberstellung abgeschätzter Mengen (Q) und Frachten (TP) aus diffusen Einträgen innerhalb Berlins

Diese Gegenüberstellung soll verdeutlichen, dass bezogen auf die durchschnittlichen Einleitungsmengen und Frachten der diffusen städtischen Quellen, die Notüberläufe einen verschwindend geringen Prozentsatz ausmachen. Berücksichtigt man zudem noch die Einträge aus den Kläranlagen, reduziert sich der Anteil der Notüberläufe noch weiter. Problematisch sind Notüberläufe zu sehen, die ihr Abwasser in sehr kleine Vorfluter wie Schmöckpühlgraben oder Tegeler Fließ sowie in Landseen (u.a. Flughafensee) ableiten.

In Gebieten mit sehr hohen Anschlussgraden von regenentwässernden Flächen am Schmutzkanal übersteigen die realen Fördermengen der Pumpwerke während extremer Regenwetterfälle die Regelfördermenge des 1,3-fachen des Trockenwetterabflusses (Q_{t,24}) deutlich. Es wurden Spitzenfördermengen bis zum 20-fachen des Q_{t,24} gemessen. Das Spektrum der Tagesspitzenförderung reicht vom 1,4-fachen bis zum 6,4-fachen der durchschnittlichen Tages trockenwettermenge. Erhöhte Ableitungsmengen können verstärkt zu Prozessstörungen auf der Kläranlage führen. Für die betroffenen Kläranlagen kann im Rahmen der wasserbehördlichen Genehmigung im noch näher zu definierenden Regenwetterfall auf Antrag für relevante Parameter statt der Festsetzung von Konzentrationswerten im Ablauf auch eine Frachtregelung getroffen werden, sofern durch die Regelung keine Mehrbelastung in den Gewässern hervorgerufen wird. Der Gebietsanteil am Gesamtein-

zugsgebiet der Schmutzwasserkanalisation mit signifikantem Fremdwasseranteil (16 bis 36%) beträgt ca. 12%; mit geringem Fremdwasseranteil (1 bis 10%) in 55% der Gebiete (BWB, 2001).

In Gebieten mit signifikantem Fremdwasseranteil sind Möglichkeiten der kurzfristigen Drosselung der genehmigten Regenwasseranschlüsse am Schmutzwasserkanal zu prüfen. Im Zuge der Instandsetzung von Schmutzwasserkanälen bzw. im Rahmen von Sondererhebungen, insbesondere im Ostteil der Stadt, sind Einleitungsstellen für gering verschmutztes Niederschlagswasser (siehe Kapitel 6) abzukoppeln und das Regenwasser ist vor Ort zu versickern.

In Gebieten, wo eine ausreichende Versickerungsfähigkeit der Böden nicht gegeben ist bzw. technische gestützte Versickerungen aus anderen Gründen nicht realisierbar sind (Platzangebot, Flurabstand...), sind auch Maßnahmen zur separaten Regenwasserableitung zu prüfen und umzusetzen. Derartige kostenintensive Maßnahmenprogramme des Landes Berlin sind jedoch nur langfristig umsetzbar. Im Rahmen eines bis 2005 zu erarbeitenden Gesamtkonzeptes der Berliner Wasserbetriebe und des Landes Berlin zur Sammlung, Ableitung und Behandlung des Regenwassers im Trenn- und Mischsystems sind auch Maßnahmen zur verstärkten Zwischenspeicherung im Gebiet bzw. vor der Kläranlage (Stapelraum) bzw. Kapazitätsanpassungen in den Kläranlagen im Regenwetterfall einzubeziehen.