

6

Anforderungen und Zielstellungen für künftige abwassertechnische Maßnahmen

6.1 Erforderliche Emissionsverminderungen zur Erreichung der Gewässergüteklasse II (Szenarien zur Trophiesenkung)

Einen Schwerpunkt bei der Erarbeitung des Abwasserbeseitigungsplanes für Berlin bildet die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen der einzelnen Abwasserpfade zur Erreichung der Gewässergüteklasse II des LAWA-Güteklassifizierungsvorschlages von 1996 (siehe Kapitel 5). Die Auswahl der Varianten erfolgte auf der Grundlage bestehender Planungen bei den Berliner Wasserbetrieben, der aktuellen Emissionssituation und einer Prognose zur technischen und praktischen Umsetzbarkeit von Entlastungsmöglichkeiten. Die untersuchten Szenarien beschränken sich nicht nur auf Maßnahmen im Planungsraum, da die derzeitige Emissionssituation eine Einbeziehung der Brandenburger Einträge in die Berechnungen erfordert.

Die erforderlichen Maßnahmen für eine pfadbezogene Reduzierung der Phosphoreinträge in die Gewässer in und oberhalb Berlins zur Erreichung der Gewässergüteklasse II des LAWA-Güteklassifizierungsvorschlages von 1996 sind Kernpunkt des unlängst vorgelegten Aktionsprogrammes Spree-Havel-2000 (JAHN & KLEIN 1999). In diesem Aktionsprogramm werden verschiedene Szenarien zur Verminderung der P-Konzentration in den Berliner Gewässern dargestellt (BEHRENDT & OPITZ 1996; BEHRENDT ET AL. 1997). Durch die flussgebietsdifferenzierte Anwendung des Stoffeintragsmodells MONERIS (BEHRENDT ET AL. 1999A, BEHRENDT ET AL., 2001A) für die Flussgebiete von Spree und Havel (BEHRENDT ET AL. 2001b) war es möglich, den Raum für die Szenarien deutlich auszudehnen und diese zu konkretisieren.

Szenario	Maßnahmen
1	Erfüllung der Richtlinie 91/271/EWG (RL über die Behandlung von kommunalem Abwasser) in allen Klärwerken im Einzugsgebiet von Spree und Havel.
2	Zusätzlich zu Szenario 1: Reduzierung der diffusen Phosphoreinträge in Spree und Havel durch Umstellung von 40 % der Ackerfläche auf konservierenden Anbau (Mulchanbau), wodurch der Bodenabtrag und der Oberflächenabfluss um ca. 90 % reduziert werden.
3	Zusätzlich zu Szenario 2: Verminderung der P-Einträge aus der Trenn- und Mischkanalisation; Verminderung der P-Einträge von urbanen Flächen durch Anschluss der bereits am Kanalsystem angeschlossenen Bevölkerung an Kläranlagen gemäß Szenario 1.
4	Zusätzlich zu Szenario 3: Verminderung der P-Ablaufkonzentrationen in den Kläranlagen Berlins auf das derzeitige Niveau der KA Ruhleben (~0,3 mg/lTP).
5	Zusätzlich zu Szenario 4: Einführung einer weiteren Behandlungsstufe zur Verminderung der P-Abläufe in den Berliner Kläranlagen auf weniger als 0,050 mg/lTP.
6	Zusätzlich zu Szenario 5: Erweiterung der Maßnahme von Szenario 5 auf alle Großkläranlagen im Einzugsgebiet.
7	Zusätzlich zu Szenario 6: Erhöhung der durchschnittlichen P-Eliminationsrate der Kläranlagen der Größenklasse 1 und 2 um 20 %; Verminderung der P-Ablaufkonzentrationen in den Kläranlagen der Größenklasse 3 auf 1 mg/l und in der Größenklasse 4 auf 0,5 mg/lTP.

Tabelle 6.1-1: Übersicht über die den einzelnen Szenarioberechnungen zugrunde liegenden Maßnahmen

Für die Szenarioberechnungen wurden die mittleren Abflüsse der Jahre 1992 bis 1999 zugrunde gelegt. Weiterhin wurde angenommen, dass die bisherigen Überleitungen von Wasser aus dem Spree in das Dahmegebiet über den Dahmeumflutkanal und innerhalb

des Berliner Gewässersystems auch in der Zukunft bestehen bleiben. Darüber hinaus wurde angenommen, dass sich die Rückhalte bzw. Freisetzungen von Phosphor in den einzelnen Spreeabschnitten lediglich proportional zu den Einträgen bzw. Frachten ändern.

Die Ergebnisse der Szenarioberechnungen sind in den Abbildungen 6.1-1 und 6.1-2 dargestellt.

Im Zufluss zum Großen Müggelsee ist die Güteklasse II bereits durch die Szenarien 1 und 2 erreichbar; d.h. mit Erfüllung der Anforderungen der kommunalen Abwasserrichtlinie und durch Maßnahmen zur Reduzierung der P-Einträge aus landwirtschaftlichen Flächen. Insbesondere in Sachsen wurde bereits im größeren Maße mit der Umstellung der Landwirtschaft auf konservierende Bodenbearbeitung begonnen. Für die Spree bei Sophienwerder ist die Gewässer-

güteklasse II erst erreichbar, wenn zusätzlich Maßnahmen zur Verminderung der Einträge von urbanen Flächen insbesondere aus der Misch- und Trennkanalisation und die Einführung einer weitergehenden P-Eliminierung in den Berliner Kläranlagen mit P-Ablaufkonzentrationen von $<50\mu\text{g/l}$ TP realisiert werden (Szenarien 3 bis 5). Für die Güteklasse II in der Unterhavel müssen darüber hinaus oberhalb Berlins auch die Großkläranlagen mit einer weitergehenden Nährstoffelimination ausgerüstet und in den kleineren und mittleren Kläranlagen die Eliminationsleistungen für Phosphor erhöht werden (Szenarien 6 und 7).

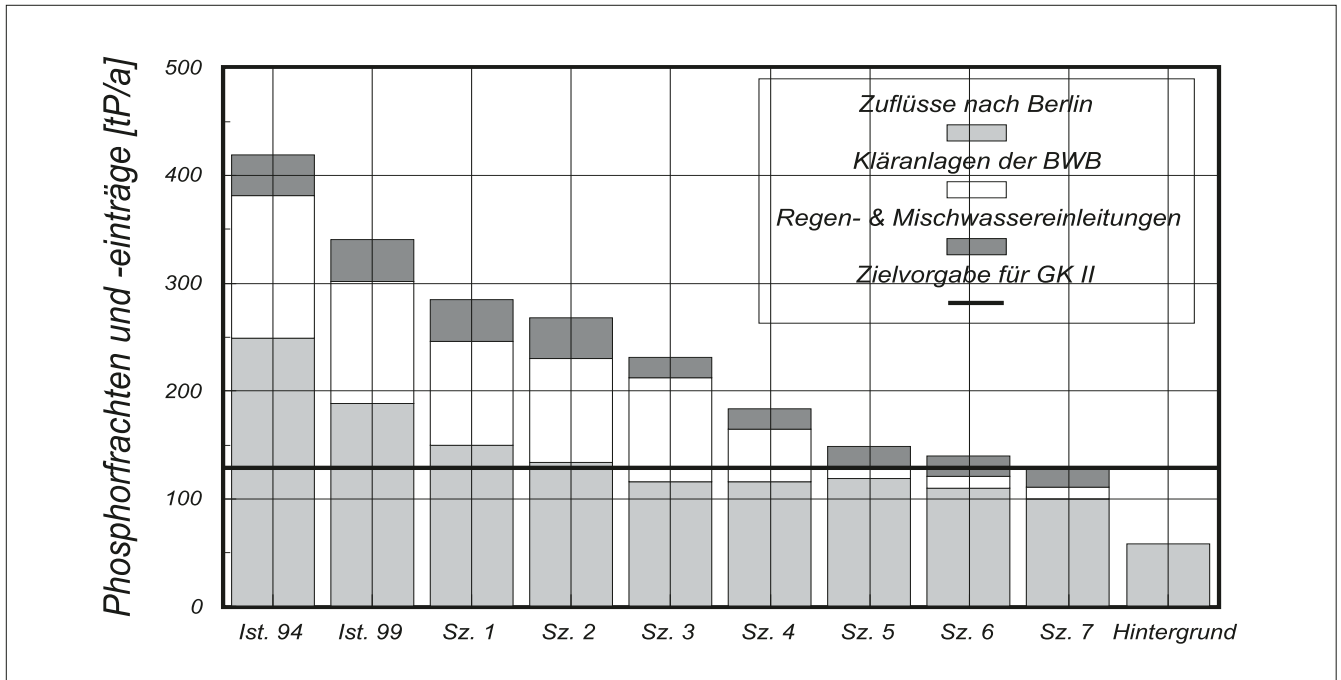


Abbildung 6.1-1: Phosphorfrachten bzw. Einträge nach und in Berlin für den Istzustand und für die Szenarien 1 bis 7 einschließlich der Zielvorgabe für die Frachtreduktion; Frachten infolge natürlicher Einträge (Hintergrund) (BEHRENDT ET AL. 2001c)

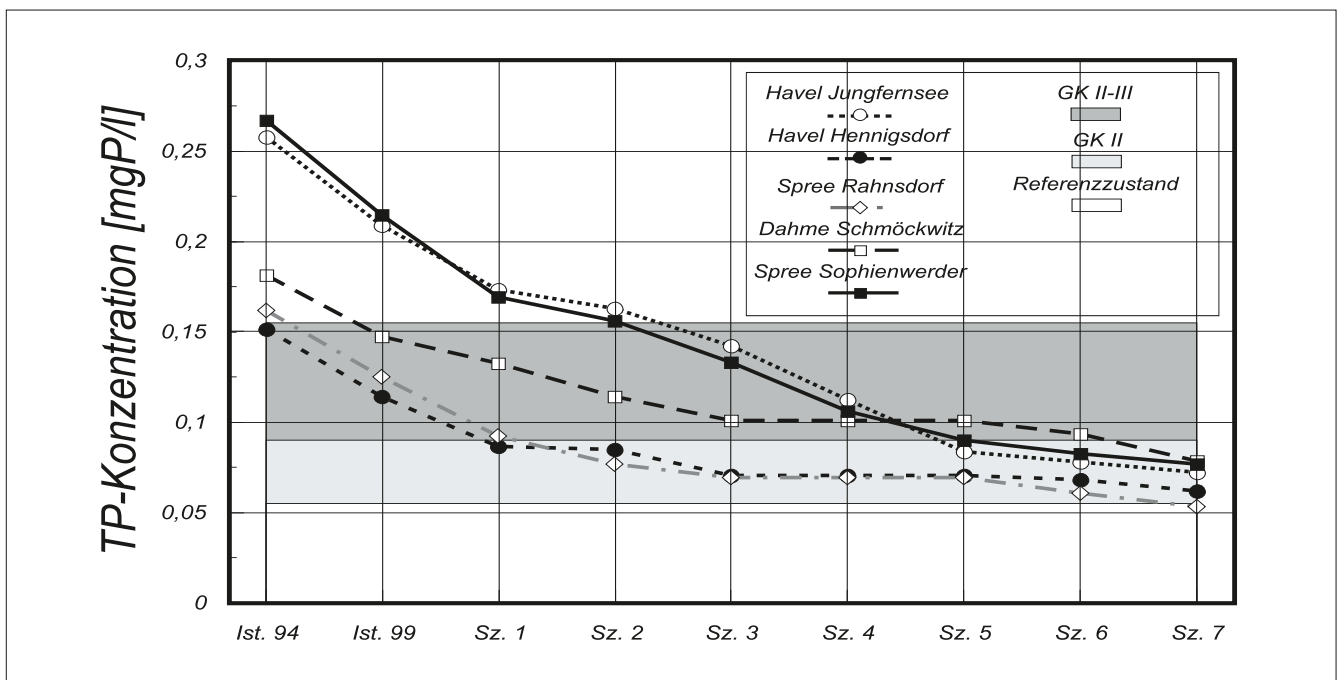


Abbildung 6.1-2: Mittlere Phosphorkonzentrationen an ausgewählten Pegeln des Berliner Gewässersystems als Ergebnis der Szenarioberechnungen (BEHRENDT ET AL. 2001c)

Vorausgesetzt, dass der Komplex an Entlastungsmaßnahmen in der genannten Größenordnung realisiert wird, können verschiedene Prozesse den eigentlichen Sanierungserfolg zum Teil zeitlich stark verzögern. Eine wesentliche Störgröße stellen die akkumulierten P-Vorräte und Rücklösungen aus den Sedimenten der Flusseen dar. Entscheidend für die zeitliche Prognose der Wirksamkeit der Sanierungsmaßnahmen sind die Kenntnisse über die Mobilität des Phosphors im Sediment. Die Größenordnung der P-Konzentrationen in den Sedimenten übersteigt die Gehalte im Freiwasser um mehrere Größenordnungen, so dass durch P-Rücklösungen aus den obersten Sedimentmillimetern deutliche Eutrophierungsschübe ausgelöst werden können. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass nicht alle P-Fractionen zum Freisetzungspotential gehören, denn je nach Bindungsform werden auch irreversible P-Anteile deponiert.

Die bereits durch realisierte Maßnahmen zur P-Eliminierung in den Berliner Kläranlagen erreichten Frachtveränderungen in der unteren Spree und in der unteren Havel zeigen jedoch, dass sich zumindest in der Vergangenheit in einem Zeitraum von wenigen Jahren ein neues Gleichgewicht zwischen den P-Konzentrationen im Freiwasser und im Sediment einstellte.

Die Umsetzung der kostenintensiven Sanierungsmaßnahmen wird nur sukzessive in den nächsten 10 bis 15 Jahren zu leisten sein und bis zur spürbaren Eindämmung der Eutrophierung in Spree und Havel wird ein Zeitraum von mindestens 20 Jahren veranschlagt.

6.2 Die vierte Reinigungsstufe in den Klärwerken - Überblick über die Verfahrenstechniken und perspektivische Einsatzmöglichkeiten

Zur Erreichung der Gewässergüteklasse II nach Trophiegrad haben neben den dringenden Maßnahmen im Trenn- und Mischsystem die Berliner Kläranlagen ihren Wirkungsgrad bei der P-Elimination nochmals um ca. eine Zehnerpotenz zu verbessern. Aufgrund der mikrobiologisch-hygienischen Belastung des oberen Unterhavelbeckens infolge der Einträge im Regenwetterfall durch die Kläranlage Ruhleben in die Spree (neben den Einträgen aus den Mischwasserüberläufen) ist kurz- bis mittelfristig die Einführung einer Desinfektion im Klärwerk Ruhleben als erste Entlastungsmaßnahme zu prüfen (siehe Kapitel 5.3).

In Expertenkreisen ist die Debatte über die zügige Einführung weitergehender Maßnahmen zur Reduzierung der P-Werte in den Kläranlagen bereits seit längerem Gegenstand zum Teil kontroverser Diskussionen. Auffällig an der Diskussion ist, dass diese vorrangig zu technokratisch und kaum im Rahmen eines stofflichen und zeitlichen Wirkungsnachweises geführt wird und insbesondere die Stoffeinträge aus den oberstromigen Einzugsgebieten sowie die diffusen innerstädtischen Einträge nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Grundsätzlich stehen für die weiter gehende Nährstoff- und/oder Keimelimination folgende Verfahrenstechniken und Methoden zur Verfügung:

- A) Mehrschichtsandfiltration mit Nährstofffällung (Flockungsfiltration)
- B) UV-Desinfektion
- C) Adsorptionstechniken zur P-Elimination (z.B. Eisenhydroxidgranulat)

- D) Nachgeschaltete Mikrofiltration mit Nährstofffällung/ Biomembranreaktoren mit weitergehender Nährstoffelimination
- E) Bewirtschaftete Bodenfilterbecken
- F) Rieselfeldbetrieb

Die Verfahrenstechnik **A** ist Stand der Technik und entspricht dem Funktionsschema der Oberflächenwasserreinigungsanlage in Tegel zur Phosphorelimination. Dieses Verfahren ist auch in größeren Kläranlagen, wie München II und Stuttgart, bereits im Einsatz. Nachteilig an dieser Technik ist der hohe Einsatz an Fällmitteln und der geringe Keimrückhalt. Der Fällmittelverbrauch liegt bei vergleichbaren TP-Ablaufwerten um den Faktor 8 höher als bei der Mikrofiltration. In Ergänzung zur Flockungsfiltration ist in kleineren bis mittleren Anlagen die UV-Desinfektion (B) zur Keimelimination bereits eingeführt worden. Die Gesamtkosten der Verfahrenskombination A und B liegen mit 0,25 - 0,40 DM/m³ (€ 0,13 - 0,20) Abwasser deutlich unter den Kosten für die Mikrofiltration (D).

Für die Einführung einer Desinfektion ohne weitergehende Nährstoffeliminierung im Klärwerk Ruhleben sind die kurzfristig zur Verfügung stehenden Techniken generell begrenzt. Da eine Chlorung von Abwasser grundsätzlich ausscheidet, steht als zügig einzuführende Technik derzeit lediglich die UV-Desinfektion zur Verfügung (siehe ATV, 1998).

Die desinfizierende Wirkung geht dabei von UV-C -Strahlen aus (Wellenlängenbereich 200 bis 280 nm). Die Wirkung der UV-C-Be-strahlung beruht darauf, daß die energiereichen Strahlen bei der Adsorption im Zellkern Veränderungen in der Struktur der Nukleinsäuren (Dimmerbildung) bewirken. Es kommt zu einem Verlust der Vermehrungsfähigkeit. Seit den siebziger Jahren wird diese Technik in immer stärker werdendem Maße eingesetzt. In Nordamerika sind einige hundert Anlagen in Betrieb mit Durchsätzen zwischen 10 m³/h und 16.000 m³/h (Ruhleben 10.000 m³/h). In Deutschland sind vorrangig größere Anlagen im unmittelbaren Einzugsbereich von Nord- und Ostsee im Einsatz (u.a. in Cuxhaven). Die Fähigkeit der Inaktivierung durch UV-Strahlung ist bei den einzelnen Organismen und Organismengruppen unterschiedlich ausgeprägt, infolge dessen es nach der UV-Bestrahlung je nach Abwasserzusammensetzung zu einer Veränderung der Biozötenverteilung kommen kann. Zudem existiert eine Dosis-Wirkungsabhängigkeit (exponentieller Zusammenhang), die neben der Strahlungsintensität auch von der Abwasserzusammensetzung und der hydraulischen Strömungsführung des Abwassers durch den Reaktor abhängt. Je mehr Treffern eine Zelle durch UV-Quanten ausgesetzt ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit einer irreversiblen Inaktivierung der Zellen. Vor Planung und Umsetzung einer UV-Anlage in Ruhleben sind von daher experimentelle Voruntersuchungen im Ruhlebener Ablauf erforderlich. Ob der UV-Anlage noch eine Filtration (Sandfiltration, Siebe o.ä.) zur Reduzierung der abfiltrierbaren Stoffe vorgeschaltet werden muss, kann erst im Rahmen der Transmissionsversuche zuverlässig beantwortet werden. Bei ordnungsgemäßer Planung und Betrieb einer UV-Desinfektionsanlage können im Ablauf die Empfehlungswerte der EG-Richtlinie für Badegewässer weitgehend eingehalten werden.

Die **Technik C** kann derzeit nur als Stand der Wissenschaft bezeichnet werden. Bis zur Einsatzreife sind noch umfangreiche Verfahrensvorversuche in größerem Maßstab erforderlich.

Der Einsatz von Mikrofiltrationstechniken (**D**) nimmt in der Abwassertechnik zu (nähere Ausführungen zu dieser Technik am Ende dieses Kapitels).

Hinsichtlich des Einsatzes von gedichteten und bewirtschafteten Bodenfilterbecken (**E**) als naturnahes Verfahren, bei denen ein definierter Bodenaufbau in Kombination mit Pflanzenbewuchs die Reinigungsstufe darstellt, liegen nur Erfahrungen von vorrangig kleineren Anlagen im ländlichen Raum (Pflanzenkläranlagen) vor.

Die dem Bodenfilterbecken zu Grunde liegenden Mechanismen haben sich bereits unsere Vorfahren bei der Anlegung der Rieselfelder zu Nutze gemacht. Der Unterschied zwischen beiden Verfahren besteht darin, dass Bodenfilterbecken kontrolliert-bewirtschaftete Reinigungsanlagen darstellen, die im Ermüdungsfall regeneriert werden, während die Rieselfelder sich mehr oder weniger selbst überlassen bleiben. Da gedichtete Bodenfilter einen hohen Flächenbedarf haben, ist der Einsatz nur im Nahbereich von Waßmannsdorf und Münchehofe denkbar.

Die Intensivfiltration/Bodenfiltration mit dem Ziel einer P-Eliminationsrate von >80 % bedarf vor dem Hintergrund der geringen P-Sorptionsfähigkeit Berliner-Brandenburger Mittelsande noch näherer Untersuchungen und Optimierungen. Längere Standzeiten derartiger Filter sind nur zu erreichen, wenn ausreichend Bindungssträger (u.a. Sesquioxide) vorhanden sind. Da die originären Böden den stofflichen Anforderungen oftmals nicht entsprechen, ist vermutlich ohnehin eine Meliorierung (Verschnitt) der Substrate erforderlich.

Die großräumige breitflächige Verrieselung (**F**) auf gewachsenen Böden in und um Berlin hat anfänglich zu einem spürbaren Stoffrückhalt geführt, der aber durch Überlastungs- und Ermüdungserscheinungen der Böden kontinuierlich abnahm und letztendlich zu Grundwasserbelastungen und über die Drainagegräben zu Oberflächenwasserbelastungen im großen Maßstab geführt hat. Ein Ausweichen auf unbelastete, neue, leistungsfähige Flächen war aus Platzgründen nicht möglich, sodass die Rieselfelder schrittweise durch zentrale Klärwerkstechniken ersetzt werden mussten. Eine Reaktivierung der Rieselfelder als 4. Reinigungsstufe im großen Maßstab kann aus mehreren Gründen nicht verfolgt werden. Diese sind im einzelnen:

- Rieselfeldflächen stehen im Land Berlin kaum und auch auch im Nahbereich Brandenburgs nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung.
- Die Altrieselfelder sind hochgradig mit Nährstoffen und Schwermetallen belastet. Jede Mobilisierung und Verdriftung dieser Stoffe in das Grundwasser und in die Oberflächengewässer durch die Dynamisierung von Stoffverlagerungsprozessen infolge von hohen Klarwasserbeschickungsraten müssen unterbleiben. Neueste Untersuchungen der TP-Gehalte, des wasserlöslichen Anteils und des Phosphor-Sättigungsgrades auf ehemaligen Rieselfeldstandorten zeigen nach wie vor ein insgesamt hohes Belastungsniveau auf. Die Phosphor-Sättigungen der Böden betragen zum Teil mehr als 90 %. Dadurch ergeben sich hohe Wasserlöslichkeiten des Bodenphosphors, so dass mit jeder Sickerwasserbewegung Phosphor verlagert bzw. ausgetragen wird. Das Grundwasser unter Rieselfeldstandorten weist daher auch heute immer noch hohe Phosphor-Konzentrationen zwischen 0,10 bis 0,35 mg/l auf (BEHRENDT ET AL. 2000).

Lokale Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Stabilisierung des pH-Wertes und zur Feuchthaltung von Rieselfeldern aus Naturschutzgründen, aus Grundwasserschutzgründen (Verhinderung von Stoffausträgen) und klimatischen Gründen (Verdunstungskälte) sind durch die Aufleitung von „Klarwasser“ in geringem

Umfange möglich. Diese Art der Klarwasserverbringung ist wegen der geringen Aufleitungsmenge nicht als 4. Reinigungsstufe zu interpretieren.

- Die Anlegung von neuen Rieselfeldflächen kann nur weit in den Brandenburger Raum hinein erfolgen und ist aus rechtlichen, umweltpolitischen und Kostengründen indiskutabel. Die Geschichte der Rieselfeldbeschickung und neuere Untersuchungen der TU Berlin zeigen zudem, dass die Sorptionseigenschaften der natürlichen Böden insbesondere gegenüber problematischen organischen Inhaltsstoffen (AOX, CSB) und Phosphor stark begrenzt ist.

Die Nutzung der Restrieselfeldfläche Karolinenhöhe innerhalb Berlins zur Aufnahme von gereinigtem Ruhlebener Abwasser (wegen der begrenzten Kapazität der Druckrohrleitung zum Teltowkanal) ist aus Grundwasserschutzgründen geknüpft an die Forderung zur Begrenzung der AOX-Fracht (Summenparameter für organische Schadstoffe). Eine Erhöhung der Kapazität ist von daher nur begrenzt möglich. Die derzeitige Aufleitungsmenge beträgt maximal 3 Mio. m³/a; das entspricht lediglich 1,5 % des Abwasseraufkommens von Berlin.

Der Einsatz von Mikrofiltrationstechniken (**D**) in der kommunalen Abwasserreinigung wird einerseits wegen der verstärkt in den Vordergrund gelangten Forderung nach einer Hygienisierung von Kläranlagenabläufen in Problemgebieten und andererseits durch den schnellen Fortschritt, den diese Technik in den letzten Jahren gemacht hat, als ernste Perspektive vermehrt diskutiert. Außerhalb von Europa (Japan und Kanada) sind Membranfilteranlagen (getauchte Membranmodule) sogar bereits in nennenswerten Stückzahlen im Einsatz. Die erste Anlage in Deutschland hat ihren Betrieb im September 1997 aufgenommen (450 EW). Seitdem hat auch in Deutschland die Anzahl und das Spektrum der im Einsatz befindlichen Anlagen (Verfahrenstechnik, Anlagengröße) deutlich zugenommen. Zwischen den einzelnen Membrantechniken gibt es zum Teil erhebliche Unterschiede im Energieverbrauch und insbesondere in der Fähigkeit, neben der Keimelimination auch Phosphor signifikant abzuscheiden. Die besonderen Berliner Anforderungen (weitgehende Keim- und P-Elimination), u.a. für die Kläranlage Ruhleben, können grundsätzlich durch die Nachschaltung einer Membranfiltertechnik an die konventionelle Nachklärung erfüllt werden. In die Belebungsbecken getauchte Membranen weisen demgegenüber geringere Nährstoffeliminationsraten auf. Die Weiterentwicklung bzw. die Kombination dieser Technik mit anderen Verfahren ist in Diskussion und Gegenstand von Untersuchungen (Jekel, pers. Mitt.).

Die bisher vorliegenden Betriebserfahrungen von den im Einsatz befindlichen Membranfilteranlagen beziehen sich vorrangig auf kleine bis mittlere Anlagen.

Die großtechnische Betriebsstabilität ist bisher noch nicht ausreichend belegt.

Um die Praktikabilität des Einsatzes der Mikrofiltrationstechniken mit Nährstofffällung zur Keim- und P-Elimination im Maßstab einer nachgeschalteten Reinigungsstufe von Großkläranlagen im Trockenwetterfall zu erproben, wurde im Zeitraum von 1992 bis 1997 im Klärwerk Ruhleben im Rahmen eines BMBF-Forschungsvorhabens der Einsatz verschiedener Filtrationssysteme und Membranmaterialien erprobt. Antragsteller des Forschungsprojektes waren die BWB. Der absolvierte Probetrieb hat gezeigt, dass mit Hilfe dieser Filtrationstechnik eine nahezu hundertprozentige Keimelimination und bei Einsatz von Fällmitteln (ca. 2 g Fe/m³ Abwasser, keine Flockungs-

hilfsmittel) eine Reduzierung der TP-Ablaufkonzentration auf unter 50 µg/l sicher möglich ist.

Als unzureichend müssen noch die Kenntnisse zur Betriebsstabilität im Großmaßstab einer Kläranlage und die Grundlagen zur Kostenermittlung im Echtbetrieb eingeschätzt werden.

Die erprobten Versuchsmodule hatten einen Durchsatz von rund 1 m³/h bis 10 m³/h. Der Durchsatz einer Großkläranlage – z.B. Ruhleben – im Trockenwetterfall beträgt rund 10.000 m³/h. Anhand dieses Vergleiches wird klar, wie unterschiedlich derzeit noch der Maßstab zwischen Probebetrieb und einem fiktiven Einsatz dieser Technik in einer Kläranlage ist. Es bleibt festzuhalten, dass in verfahrenstechnischer Hinsicht vor Einführung weiter gehender Reinigungsstufen in den Berliner Kläranlagen noch vielfältige Erprobungsschritte bis zur Einsatzreife erforderlich sind. Der großmaßstäbige Einsatz von nachgeschalteten Membranfiltrertechniken zur Nachklärung von Klarwasserabläufen aus Großklärwerken kann somit bisher höchstens als Stand der Wissenschaft eingestuft werden. Als nächster Versuchsschritt wird die Erprobung dieser Technik in einer Größenordnung von 1.000 m³/h unter den Bedingungen schwankender Zuläufe (Trocken- und Regenwetterfall) an einem Teilstrang der Kläranlage Ruhleben als sinnvoll erachtet.

Der hohe Konkurrenzdruck unter den Anlagenherstellern und Verfahrensträgern führte zu einer rasanten Verbesserung der Technologie und auch zu einer drastischen Senkung der Reinigungskosten in den letzten Jahren. Eine deutliche Kostenreduzierung konnte durch die Umstellung der Filtrationsart von der „cross-flow“- zur „dead-end“-Technik erzielt werden. Wurden für die Reinigung eines Kubikmeter Wassers vor 8 Jahren noch mehr als 2 kW benötigt, so werden heute bereits Werte um 0,2 kW erreicht. Eine weitere signifikante

Reduzierung des Energieverbrauchs ist insofern beschränkt, da ein gewisser Sockelverbrauch durch die Rückspülung (Druckluft) erforderlich ist. Werte um 100 W/m³ werden dennoch als durchaus erreichbar angesehen. Die Kostenkalkulation für die Mikrofiltrationsanlagen während des Großversuches erbrachte spezifische Gesamtkosten von 0,52 bis 0,89 DM/m³ (€ 0,27 bis 0,46) Filtrat. In dieser Summe sind Energiekosten, Kosten für Wartung und Betrieb incl. aller Verbrauchsmittel (u.a. für die chemische Reinigung, Membranersatz) und Kapitalkosten enthalten. Im Rahmen der Versuchsreihen wurde ein Teilvolumenstrom des Klarwasserablaufes in Membranmodulen behandelt, die auch bei einer großtechnischen Anlage zum Einsatz kommen würden. Zu berücksichtigen ist aber, dass die ermittelten Parameter unter Umständen bei einer großtechnischen Anlage zum Teil erheblich abweichen können, sodass die vorliegenden Kostenberechnungen derzeit nur als Orientierungsbasis betrachtet werden können (Dittrich, Gnirß, Peter-Fröhlich, Sarfert; 1998).

Aus Gründen der Seriosität sollte bis zum Vorliegen validierter Daten als Diskussionsbasis ein spezifischer Reinigungspreis von maximal 1 DM (€ 0,51) je Kubikmeter gereinigten Abwassers angenommen werden. Der Einsatz dieser Technik würde somit eine Abwasserentgelterhöhung von derzeit 3,86 DM/m³ (€ 1,97) auf maximal 4,86 DM/m³ (€ 2,48) bewirken.

Die Wahl einer den Anforderungen und örtlichen Bedingungen entsprechenden optimalen Nachreinigung von Klarwasserabläufen bedarf spezifischer verfahrenstechnischer Untersuchungen. In Abhängigkeit des Kläranlagenstandortes und des Ableitungsweges ist der Einsatz folgender Verfahrenstechniken als 4. Reinigungsstufe langfristig in Berlin prinzipiell denkbar:

Kläranlage	Einleitungsstelle	prioritäre Anforderung	Verfahrenstechnik
Ruhleben	Teltowkanal/Spree	P-Elimination Keimelimination	<ul style="list-style-type: none"> • Membranfiltration • Flockungsfiltration mit UV-Entkeimung
Münchehofe	Erpe/Stadtspre	P-Elimination (Keimreduzierung)	<ul style="list-style-type: none"> • gedichtete Bodenfilterbecken • Flockungsfiltration (mit UV-Entkeimung) • P-Adsorption • (Membranfiltration)
Waßmannsdorf	Teltowkanal	P-Elimination	<ul style="list-style-type: none"> • gedichtete Bodenfilterbecken (für Teilströme) • Flockungsfiltration • P-Adsorption • (Membranfiltration)

Tabelle 6.2-1 Perspektivische Einsatzmöglichkeiten weitergehender Verfahrenstechniken in Berliner Kläranlagen

6.3 Rahmenbedingungen und Zeitplan für die Einführung einer vierten Reinigungsstufe (Nährstoffelimination) in den Kläranlagen der Berliner Wasserbetriebe

Die fachliche Forderung nach der Einführung weiter gehender Verfahrensstufen in den Kläranlagen der Berliner Wasserbetriebe stellt nur ein Segment des erforderlichen Maßnahmenkomplexes zur Erreichung der Immissionsziele (Reduzierung der Phosphor-Gesamtfracht über die Zuflüsse und in Berlin auf 120 t/a) dar. Ob sich bereits bei einer zügigen Einführung einer 4. Reinigungsstufe in den Kläranlagen Berlins eine dem hohen Investitionsaufwand entsprechende Wirkung im Gewässersystem erzielen lässt, ist Gegenstand der nachfolgenden Betrachtungen.

Ausgangspunkt für die Berechnung dieses Szenarium ist die Annahme, dass ein Stand der Reinigungsleistung in allen Berliner Kläranlagen erreicht wird, der in etwa der des Klärwerks Ruhleben entspricht. Zudem wurden der Immissionszustand des Jahres 1997 und die Klärwerkskonzeption der Berliner Wasserbetriebe bis 2003 im Rahmen der Stoffbilanzierung berücksichtigt. Verfahrenstechnisch nicht gesichert ist, ob die Ablaufwerte von Ruhleben (TP < 0,3 mg/l) in den anderen Kläranlagen mit vertretbarem Aufwand erreicht werden können. Die derzeitige Betriebspraxis in Waßmannsdorf lassen eher erwarten, dass der Ruhlebener Standard ohne weiteres nicht auf andere Kläranlagen übertragen werden kann. Legt man diese Reinigungsleistung dennoch zu Grunde, kann somit eine maximale P-Entlastung des gesamten Berliner Fließgewässersystems

von rund 50 t/a erreicht werden. Bei einer Ausgangsbelastung von 335 t/a (1997) entspricht dies einer Eintragsminderung von rund 15 %. Die damit in der Unterhavel (Jungfernsee) zu erwartenden Phosphorkonzentrationen von rd. 0,175 mg/l TP lassen keine Verbesserung der Trophiesituation erwarten.

Bei Nachrüstung aller Kläranlagen mit einer 4. Reinigungsstufe (Filtrationsstufe) ließe sich nochmals eine Emissionsreduktion von ca. 45 t/a erreichen. Die Gesamtfracht an Phosphor würde sich somit von 285 t/a auf 240 t/a pro Jahr verringern. Den dann verbleibenden berlinbürtigen P-Emissionen aus diffusen und punktuellen Einträgen von ca. 50 t/a stehen dann Frachten aus dem Spree-Havel-Einzugsgebiet nach Berlin von rund 190 t/a Phosphor entgegen. Bezogen auf die Unterhavel (Jungfernsee) sind infolge dieser Maßnahme mittlere P-Konzentrationen von 0,14 mg/l zu erwarten. Diese P-Konzentration entspricht dem oberen Konzentrationsbereich der Gewässergüteklasse II-III, an der Nahtstelle zur Gewässergüteklasse III. Eine deutliche Verbesserung der Trophiesituation ist somit auch mit dieser Maßnahme nicht zu erreichen.

Fazit:

Die Einführung weiter gehender Entphosphatungsstufen in den Berliner Kläranlagen muss deshalb in ein strukturelles und zeitlich synchronisiertes Gesamtkonzept zur Entlastung des gesamten Einzugsgebiets von Spree und Havel integriert werden.

Für Berlin kann aus Sicht der Dämpfung der Eutrophierung im Fließsystem von Spree und Havel bei der derzeitigen Emissions- und Immissionslage eine fachliche Forderung nach einer zügigen Einführung einer 4. Reinigungsstufe in allen Kläranlagen zur weiteren Reduzierung der P-Emissionen nicht erhoben werden. Eine dem technischen, energetischen und ökonomischen Aufwand entsprechende Wirkung bezogen auf das Unterhavelbecken und für den weiteren Havelverlauf kann unter den derzeitigen Randbedingungen nicht prognostiziert werden. Zur Erreichung der Gewässergüteklasse II in Spree und Havel ist jedoch mittel- bis langfristig eine weitestgehende P-Reduktion der Berliner Kläranlagenabläufe erforderlich. Wenn mit den bisher getätigten und künftig notwendigen Investitionen in Kläranlagentechniken im Einzugsgebiet von Spree, Havel und Nebengewässern mittelfristig spürbare Wirkungen erzielt werden sollen, sind zwischen den Ländern Berlin und Brandenburg abgestimmte immissionsorientierte Konzepte zur Umsetzung gestaffelter Emissionsanforderungen erforderlich. Die isolierte Umsetzung von Maßnahmen ohne synchronisiertes und zielorientiertes Handlungskonzept zwischen allen Maßnahmeträgern auch außerhalb des Planungsraumes wird auf Grund der naturräumlichen Verflechtung des Spree-Havel-Raumes nicht zu den angestrebten Gewässerschutzzielen führen.

Innerhalb des Planungsraumes sind die entsprechenden konzeptionellen und technischen Vorbereitungen für die Umsetzung des Forderungssegmentes (Gewässergüteklasse II und Einhaltung der EG-Badegewässerrichtlinie) innerhalb von 10 Jahren zu treffen. Die Umsetzung der Maßnahmen hat im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für den Spree-Havel-Raum bis zum Jahre 2021 zu erfolgen. Mit Brandenburg und dem Freistaat Sachsen sind Verhandlungen mit dem Ziel aufzunehmen, gemeinsame verbindliche Handlungsstrategien zur Reduzierung der Nährstoffeinträge im gesamten Einzugsgebiet von Spree und Havel zu vereinbaren.

Die im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie gewonnenen Erkenntnisse und Bewirtschaftungs-

erfordernisse (siehe Kapitel 5.2-4) sind mit den Maßnahmenprogrammen des Abwasserbeseitigungsplanes für Berlin abzugleichen.

6.4 Diskussion der Klärwerkskonzeption der BWB und weiterer Bewirtschaftungsvarianten

Für Berlin lassen sich verschiedene Bewirtschaftungsvarianten des „Klarwassers“ zur sukzessiven Entlastung der Gewässer bzw. im Rahmen einer veränderten Wassermengenverteilung umsetzen. Die Umsetzbarkeit dieser Varianten und die Ermittlung der Auswirkungen müssen noch näher geprüft werden, sodass die nachfolgenden Ableitungsvarianten als Diskussionsbasis für zu ergreifende Planungen zu werten sind (siehe Tabelle 6.4-1).

Die bisherige Klärwerksausbauplanung der BWB sieht für die östlich gelegenen Kläranlagen die Schließung von Falkenberg im Jahre 2003 vor. Für Münchehofe ist perspektivisch auch eine Zunahme der Durchsatzleistung durch eine verstärkte Behandlung von Abwässern aus dem Umland denkbar.

Die Stilllegung des Klärwerks Falkenberg im Jahre 2003 ist verbunden mit signifikanten wasserwirtschaftlichen, mikroklimatischen und ökologischen Auswirkungen auf das Wuhletal, auf die im Abwasserbeseitigungsplan nicht eingegangen werden kann. Diese sind nur durch komplexe interdisziplinäre Untersuchungen näher zu ermitteln. Zur vorbereitenden Planung von Bewirtschaftungs- oder Rückbauvarianten der Wuhle werden durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin nähere Untersuchungen absolviert.

Der Klarwasserablauf der Kläranlage Münchehofe über die Erpe und weiter in die Stadtspreet ist in mehrfacher Hinsicht problematisch und Ausgangspunkt für die Diskussion weitergehender Maßnahmen. Neben einer unmittelbaren güteseitigen Beeinträchtigung ist die Erpe durch den Kläranlagenzulauf einer großen hydraulischen Belastung ausgesetzt. Neben Grundwasserstandsproblemen in den anrainenden Gebieten (u.a. Erpetal) entsteht ein enormer Instandhaltungsaufwand für die Sohl- und Ufersicherung. Mit der Schließung von Falkenberg verbleibt die Kläranlage Münchehofe als letzte signifikante städtische Belastungsquelle der Spree bis zur Oberbaumbrücke einschließlich des Rummelsburger Sees. Des weiteren bewirken Rückströmungserscheinungen in der Müggelspreet im Bereich zwischen Einmündung Erpe und Auslauf Großer Müggelsee eine bakteriologische Belastung der Badestellen in diesem Bereich und eine zusätzliche Nähr- und Schadstoffbelastung des Großen Müggelsees.

Durch weitergehende Maßnahmen zur Keim- und zur Nährstoffreduktion im Ablaufbereich der Kläranlage lassen sich für die Müggelspreet und Vorstadtspreet lokal deutliche Gewässergüteverbesserungen mittelfristig erreichen (siehe Kapitel 6.1, Szenarien 1 und 2). In Frage kommen technische Maßnahmen auf dem Klärwerksgelände (siehe Tabelle 6.2-1) bzw. Umgestaltungsmaßnahmen des Klärwerksablaufbereiches (siehe Tabelle 6.4-1). Bis zum Jahre 2005 ist dazu ein verfahrenstechnisches Konzept zu erarbeiten und dem für die Wasserwirtschaft zuständigen Mitglied des Senats vorzulegen.

Vor Planung eines weiteren Ausbaus der Reinigungskapazität der Kläranlage Münchehofe sind rechtzeitig Abstimmungen zwischen allen Beteiligten zur verträglichen Gestaltung der Klarwasserab- leitung erforderlich.

	Istzustand	Ableitungsvarianten	Vorteile/Nachteile
Schönerlinde	Ableitung über Nordgraben zur OWA Tegel und über die Panke zur Spree	<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung ausschließlich zur OWA Tegel über den Blankenfelder Graben und Nordgraben • Ableitung eines Teilstromes auf die ehemaligen Rieselfelder im Bucher Forst 	<ul style="list-style-type: none"> • stoffliche Entlastung der Panke • Entlastung der Spree von ca. 2 t P/a • Stützung des Landschaftswasserhaushaltes
Münchehofe	Ableitung über die Erpe zur Spree	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung eines Teilstroms zur Wuhle zur Sicherung einer Mindestwasserführung • Ableitung über die Erpe zur Spree unter Ausnutzung eines stark rückgebauten Flussbettes im Bereich zwischen Klärwerk und Berliner Stadtgrenze (Mäander/Stillwasser zonen/ Kaskaden/ Flachwasserbereiche/ Makrophyten) 	<ul style="list-style-type: none"> • hydraulische und stoffliche Entlastung der Erpe (Minimierung des Unterhaltungsaufwandes) • Sicherung einer Mindestwasserführung in der Wuhle • Förderung der Nährstoffelimination und Keimreduzierung durch Verlängerung der Aufenthaltszeiten und Verstärkung der Verlustprozesse • Ökologische Aufwertung des Erpetals • hohe Kosten/hoher Abstimmungsbedarf mit Brandenburg (Landschaftsschutzgebiet)
Ruhleben	Sommerableitung: Über Druckleitung zum Teltowkanal Winterableitung: Spree/Ruhlebener Altarm	<ul style="list-style-type: none"> • ganzjährige Ableitung in die Spree mit Keimelimination 	<ul style="list-style-type: none"> • Entlastung des stark abwasserbelasteten Teltowkanals, des Großen Wannsees und der Potsdamer Havelgewässer • Erhöhung der organischen Belastung des oberen Unterhavelbeckens • Einsparung der Kosten für Förderung zum Teltowkanal und für Wartung der Druckleitung • Kosten für die Installation und Betrieb von Keimeliminationstechniken
Waßmannsdorf	Kurzschlussableitung zum Teltowkanal	<ul style="list-style-type: none"> • Ableitung eines Teilstromes um den Rangsdorfer See zum Nottekanal • Ableitung eines Teilstromes in das Nuthe-Einzugsgebiet 	<ul style="list-style-type: none"> • Primärentlastung des Teltowkanals • Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes im südlichen Umland • Potentielle Mehrbelastung (Nährstoffe; Bakteriologie, organische Spurenstoffe) des Zeuthener Sees und der Dahmeseen bei unsachgemäßer Umsetzung

Tabelle 6.4-1 Ableitungsvarianten der Klarwasserabläufe Berlins und mögliche Auswirkungen auf das Berliner Gewässersystem

Zur Sicherung ökologisch erforderlicher Mindestabflüsse in der Wuhle ist unter anderem auch die Überleitung von Klarwasserteilströmen aus Münchehofe zur Wuhle näher zu untersuchen.

Der Teltowkanal stellt mit Abstand das am stärksten mit Abwasser belastete Berliner Gewässer dar. Als besonders problematisch für den Berliner Unterhavelbereich erweist sich der Einstrom von Teltowkanalwasser in den Griebnitzseekanal (ehemals Prinz-Friedrich-Leopold-Kanal). Messungen zeigen, dass über diesen Fließweg bis zu 40 % des Teltowkanalwassers in den Großen Wannsee gelangen. Die Wasserqualität des Teltowkanals wird maßgeblich durch organische sauerstoffzehrende Stoffe (DOC, BSB₅, CSB), durch hohe Ammoniumkonzentrationen sowie durch hohe mikrobiologische Belastungen geprägt.

Die Klärwerkskonzeption der Berliner Wasserbetriebe sieht für den südlichen Berliner Raum im Zusammenhang mit der Schließung der Kläranlage Marienfelde im Herbst 1998, der Schließung der Kläranlage Falkenberg im Jahre 2003 und der Abwasseranfallprognose

den Ausbau von Waßmannsdorf auf eine Trockenwetterleistung von 230.000 m³/d vor (siehe Tabelle 3.3-4). Der reale Durchsatz an Abwasser durch Waßmannsdorf betrug im Jahre 2000 durchschnittlich 153.000 m³/d.

Die perspektivischen Auswirkungen der Klärwerkskonzeption auf verschiedene Profile des Teltowkanals für den Zeitraum Mai bis Oktober beschreiben die Tabellen 6.4-2 und 6.4-3. Die Prognosen beziehen sich aus wassergütwirtschaftlichen Gründen auf die Monate Mai bis Oktober.

Diese Prognose zeigt, dass durch die Schließung von Falkenberg und einen damit verbundenen erhöhten Durchsatz der Kläranlage Waßmannsdorf sowie dem Rückgang der Spreewasserführung der spezifische Abwasseranteil am Gesamtabfluss am Pegel Lichterfelde von 1995 bis 2003 um 20% steigt. Dem erhöhten prozentualen Abwasseranteil stehen verbesserte Reinigungsleistungen des Klärwerks Waßmannsdorf gegenüber.

Jahr	1995		2000		2003	
	MQ-Sommer bzw. Trocken- wetterabfluss der Kläranlage in m³/s	Abwasseranteil am Abfluss	MQ-Sommer bzw. Trocken- wetterabfluss der Kläranlage in m³/s	Abwasseranteil am Abfluss	MQ-Sommer bzw. Trocken- wetterabfluss der Kläranlage in m³/s	Abwasseranteil am Abfluss
Teltowkanal-Pegel						
Rudower Arm oh. Einleitung KA Waßmannsdorf km 38,0	1,72	0 %	2	0 %	2	0 %
Kläranlage Waßmannsdorf km 32,2	0,93	-	1,7	-	2,7	-
Rudower Arm uh. Einleitung KA Waßmannsdorf km 28,4	2,38	38 %	3,7	46 %	4,7	57 %
Britzer Zweigkanal Oberhalb Einleitung KA Marienfelde km 20,8	5,42	0 %	1,5	0 %	1,5	0 %
Kläranlage Marienfelde km 20,7	0,79	-	0	-	0	-
Oberhalb Einleitung KA Ruhleben km 17,4	8,29	21 %	5,2	33 %	6,2	44 %
Kläranlage Ruhleben km 17,4	2,5	-	2,3	-	2,85	-
Lichterfelde km 11,7	10,79	41 %	7,5	53 %	9,05	61 %

* ohne Berücksichtigung der KA Falkenberg und Münchehofe

Tabelle 6.4-2: Verhältnis von Oberflächenabfluss zu Abwasseranteilen im Teltowkanal bis Lichterfelde im Sommerhalbjahr 1995, 2000 und 2003 (Prognose)

	NH4-N kg/d	NO2-N kg/d	CSB kgO ₂ /d	DOC kg/d	BSB kgO ₂ /d	Q m³/d
Ruhleben						
1995	161	104	10.250	3.004	970	239.000
2000	54	56	8.285	2.609	755	199.270
2003	60	58	8.845	2.872	835	210.000
Wassmannsdorf						
1995	774	61	4.512	1.223	624	80.504
2000	30	29	6.507	2.144	460	150.229
2003	42	41	9.910	3.265	688	230.000
Marienfelde						
1995	591	237	5.240	1.425	640	67.755
2000	0	0	0	0	0	0

Tabelle 6.4-3: Durchschnittliche tägliche Frachten ausgewählter Parameter der Kläranlagen Ruhleben, Waßmannsdorf und Marienfelde in der Zeit vom 1.5. bis 31.10. der Jahre 1995, 2000 und 2003 (Szenario)

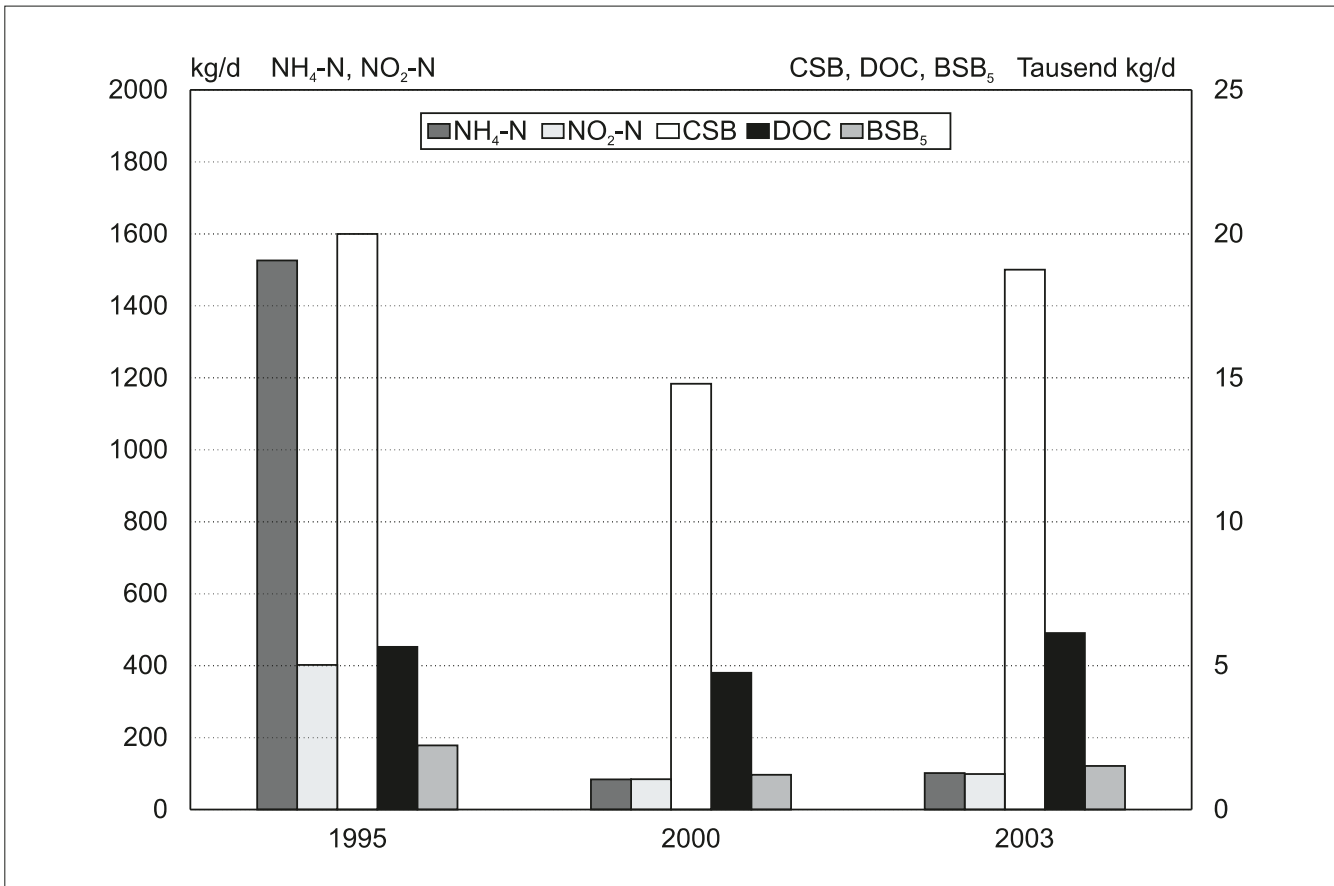


Abbildung 6.4-1: Summe der Tagesfrachten (Sommerhalbjahr) ausgewählter Parameter aus Kläranlagen (ohne Stahnsdorf) in den Teltowkanal in 1995, 2000 und 2003 (Szenario)

Der Tabelle 6.4-3 können gemessene Frachten ausgewählter Parameter im Sommerhalbjahr der Klärwerke Ruhleben, Waßmannsdorf und Marienfelde für die Jahre 1995 und 2000 sowie ein Frachtszenario für das Jahr 2003 entnommen werden. Die Abbil-

dung 6.4-1 zeigt die Entwicklung der Gesamtfracht in den Teltowkanal der Kläranlagen Ruhleben, Waßmannsdorf und Marienfelde für den gleichen Zeitraum.

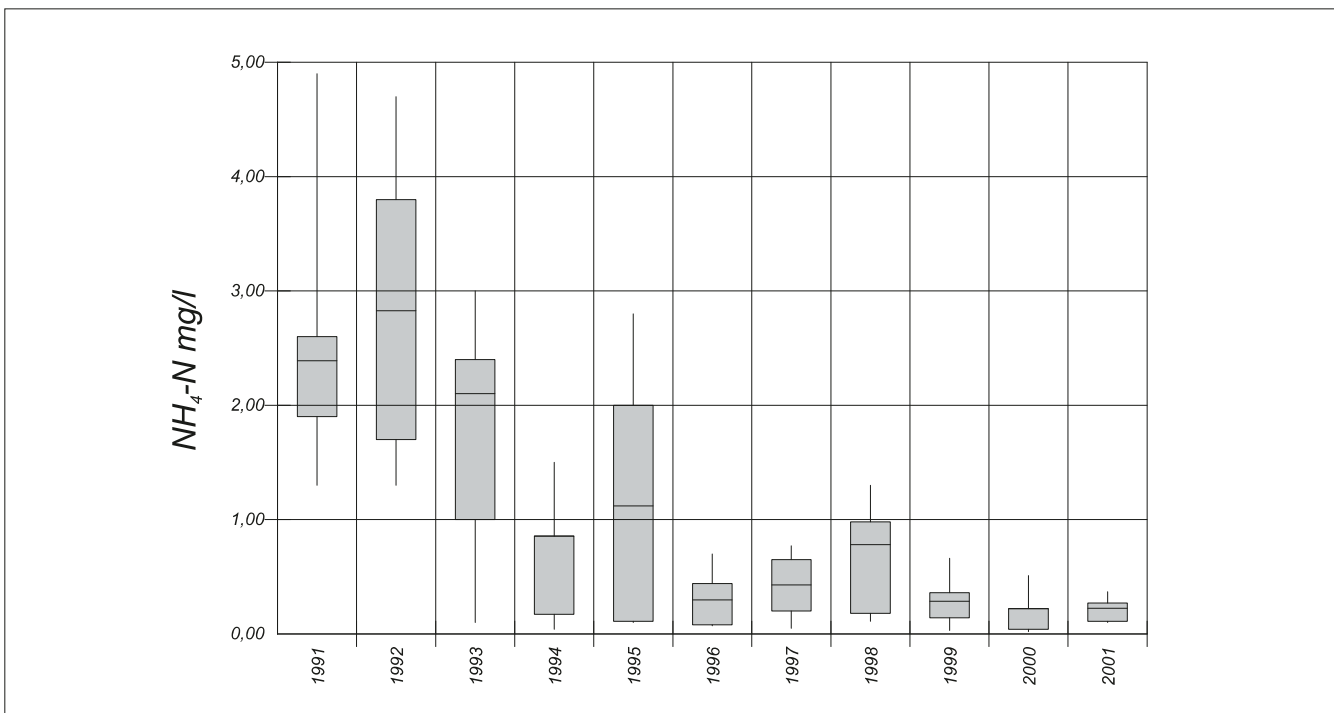


Abbildung 6.4-2: Entwicklung der Ammoniumkonzentration im Teltowkanal unterhalb der Einleitung der Kläranlage Waßmannsdorf von 1991 bis 2001 (10 Perz., 25 Perz., MW, 75 Perz., 95 Perz.)

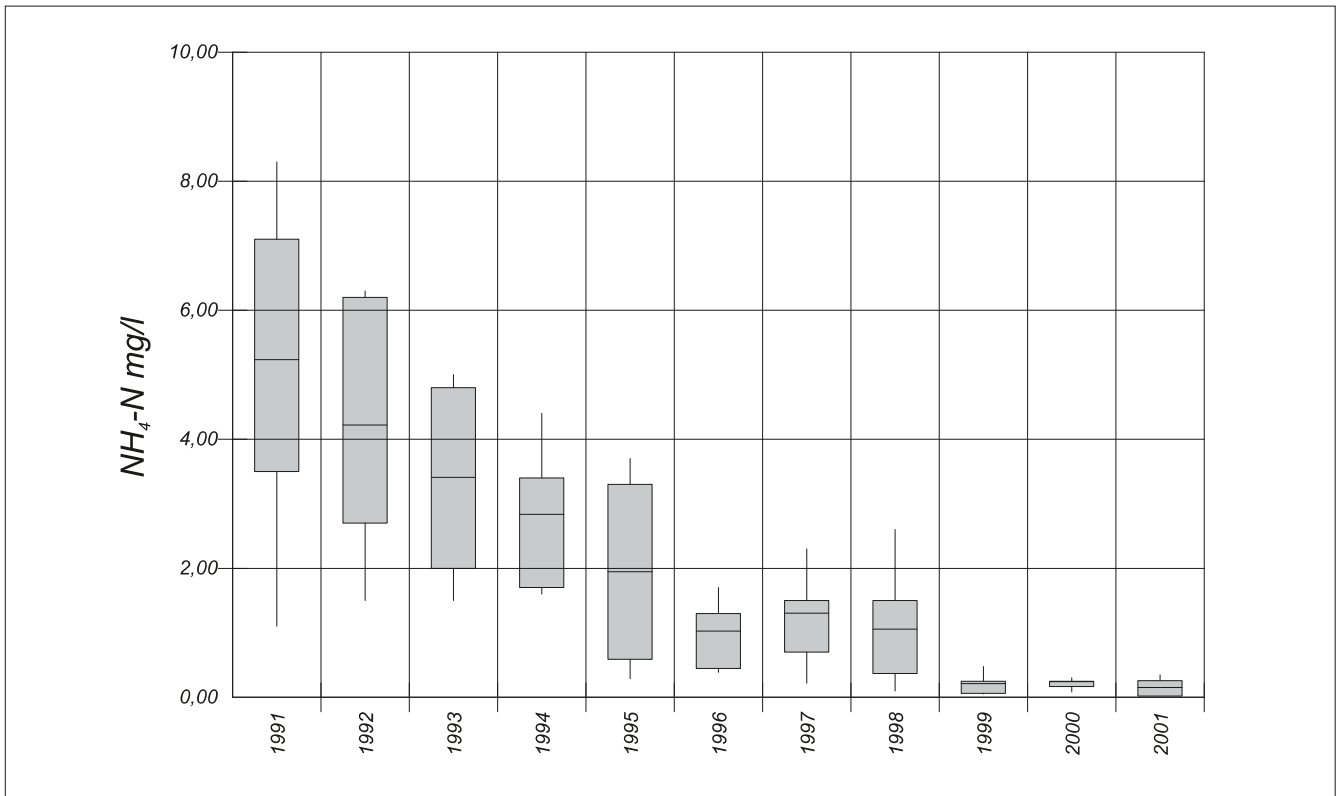


Abbildung 6.4-3: Entwicklung der Ammoniumkonzentration im Teltowkanal vor Mündung in den Griebnitzsee von 1991 bis 2001 (10 Perz., 25 Perz., MW, 75 Perz., 95 Perz.)

Insgesamt sind seit 1995 Eintragsrückgänge in den Teltowkanal zu verzeichnen, mit Ausnahme beim gelösten organischen Kohlenstoff. Signifikant konnten die Emissionen von Ammonium-Stickstoff im Zuge des Ausbaus von Waßmannsdorf und Stilllegung von Marienfelde

verringert werden. Die Ammonium-Konzentrationen sind im Teltowkanal seitdem stark rückläufig. Die Abbildung 6.4-2 zeigt die gemessenen Ammoniumkonzentrationen unterhalb der Einleitung von Waßmannsdorf von 1991 bis 2001.

	Kanal-km	1995	DOC mg/l 2001	2003 Prognose
Zulauf Teltowkanal (Rudower Arm) aus Dahme	38,0	9	7,7	7,7
Teltowkanal unterhalb Britzer Kreuz nach Einleitung Waßmannsdorf	27,7	7,9	9,05	10,0
Teltowkanal Steglitz nach Einleitung KA Marienfelde/ oberhalb Einleitung KA Ruhleben	18,6	8,6	8,45	9,3
Teltowkanal unterhalb Einleitung KA Ruhleben	8,5	8,7	8,95	9,7
Teltowkanal unterhalb Einleitung KA Stahnsdorf/Mündung in den Griebnitzsee	3,7	8,9	8,8	9,4

		NH ₄ -N mg/l		
Zulauf Teltowkanal (Rudower Arm) aus Dahme	38,0	0,06	0,04	0,04
Teltowkanal unterhalb Britzer Kreuz nach Einleitung KA Waßmannsdorf	27,7	0,4	0,19	0,21
Teltowkanal Steglitz nach Einleitung KA Marienfelde/ oberhalb Einleitung KA Ruhleben	18,6	1,4	0,1	0,11
Teltowkanal unterhalb Einleitung KA Ruhleben	8,5	0,8	0,2	0,22
Teltowkanal unterhalb Einleitung KA Stahnsdorf/Mündung in den Griebnitzsee	3,7	1,4	0,07	0,07

Tabelle 6.4-4: Gelöster Organischer Kohlenstoff (DOC) und Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) an verschiedenen Messpunkten im Teltowkanal in 1995 und 2001 sowie Prognosewerte für 2003 (Mittelwerte bis Oktober)

Die deutliche Reduzierung der Ammoniumeinträge bewirkte für den Zeitraum von 1991 bis 2001 auch eine deutliche Abnahme der Konzentrationen im Teltowkanal bis zur Mündung in die Unterhavel (siehe Abbildung 6.4-3).

Mit der Stilllegung von Falkenberg steigt der Reinigungsdurchsatz von Waßmannsdorf. Zur Darstellung der Auswirkungen erhöhter Abwasseranteile im Teltowkanal bis 2003, wurden in Tabelle 6.4-4 die im Teltowkanal gemessenen Immissionswerte von 1995, 2000 den Prognosewerten für das Jahr 2003 exemplarisch für Gelösten organischen Kohlenstoff und Ammonium-Stickstoff gegenübergestellt.

Im Jahr 2003 werden bei gleichbleibenden Ammoniumkonzentrationen im Ablauf von Waßmannsdorf, Ruhleben und Stansdorf wie im Jahre 2000 erwartungsgemäß im Teltowkanal leicht erhöhte Konzentrationen gegenüber 2000 prognostiziert. Die Erwartungswerte für das Jahr 2003 während einer mittleren Niedrigwasserführung liegen um ca. 10 % höher als die im Jahre 2001 gemessenen mittleren Werte während des Sommerhalbjahres und zwischen 35 % und >90 % niedriger als die gemessenen Werte in 1995. Die rechnerischen Konzentrationen von 0,1 bis 0,2 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ liegt deutlich unter dem Immissionszielwert von 0,31 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$. Nicht berücksichtigt bei dieser Prognose ist die Ableitung eines Teilstromes von Waßmannsdorf zwischen 4.000 bis 17.000 m^3/d in das südliche Umland von Berlin zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes (siehe unten). Im Bereich der Mündung in den Griebnitzsee werden die leicht gestiegenen Einträge kaum noch festzustellen sein. Für den weiteren Fließweg des Teltowkanals bis zum Großen Wannensee und bis zur Potsdamer Havel findet durch die im Gewässer stattfindende Nitrifikation und Verdünnung eine weitere Abnahme der Ammoniumkonzentrationen statt.

Die Ertüchtigung des Klärwerkes Waßmannsdorf und die Stilllegung von Marienfelde bewirkte im Teltowkanal eine deutlich verringerte Ammoniumbelastung auf ein unkritisches Niveau im mittleren Verhalten. Die organische Belastung dieses Gewässerabschnittes hat und wird sich demgegenüber aus verfahrenstechnischen Gründen kaum verringern lassen. Durch die Zunahme der Abwasseranteile steigt die Belastung an DOC im Teltowkanal von 1995 bis 2000 leicht an bzw. konnte im Mündungsbereich in den Griebnitzsee durch die abwassertechnischen Maßnahmen nicht reduziert werden. Diese Bedingungen spiegeln sich insgesamt in angespannteren Sauerstoffverhältnissen im Teltowkanal gegenüber dem Spreeverlauf im Trockenwetterfall wider.

Bei der Interpretation dieser Werte ist zu beachten, dass sie nur das mittlere Verhalten im Sommerhalbjahr wiedergeben. Die Auswirkungen kurzzeitig auftretender Schwankungen im Kläranlagenablauf, u.a. im Regenwetterfall, können im Rahmen derartiger Betrachtungen nicht sinnvoll prognostiziert werden. Kurzzeitige Ammoniumspitzen im Teltowkanal von bis zu 1 mg/l ($\text{NH}_4\text{-N}$) sind auf Frachtspitzen in den Kläranlagenabläufen bzw. auf Regenwasser-einleitungen zurückzuführen. Der anhaltende Rückgang der Spreewasserführung seit 1990 bewirkt zudem, dass die Aufrechterhaltung von Mindestabflüssen in den Stauhaltungen von Teltowkanal und Spree, wie im oben angenommenen Szenario zugrunde gelegt wurde, künftig kaum noch gewährleistet werden kann.

Eine deutliche Entlastung des unteren Teltowkanalabschnittes kann nur durch eine ganzjährige Ableitung von Ruhleben in die Spree erreicht werden (siehe Tabelle 6.4-1).

Veränderte Klarwasserableitungen von Waßmannsdorf im Rahmen der Südaleitung können zudem zur Entlastung des Teltowkanals beitragen. Folgende Bewirtschaftungsvarianten werden derzeit im Rahmen einer Machbarkeitsstudie näher untersucht. In Diskussion sind derzeit mehrere Ableistungsvarianten:

- a) Überleitung eines Teilstromes von ca. 0,05 bis 0,2 m^3/s (um den Rangdorfer See) zum Zülowkanal und weiter zur Notte und Dahme zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes,
- b) Ableitung eines Teilstromes über den Großbeerener Graben zum Nuthegraben

Auf Grund fehlender Erkenntnisse zur Wirksamkeit, dauerhaften Umsetzbarkeit und Perspektive beider Maßnahmen kann eine abschließende Einschätzung der Auswirkungen auf die südlichen Gewässerabschnitte derzeit noch nicht vorgenommen werden. Die BWB absolvieren seit Mitte 1998 einen Echtversuch zur Ableitung von Teilströmen in die o.g. Bereiche mit begleitenden Messungen zur Hydrologie und Gewässergüte im Rahmen einer Machbarkeitsstudie.

6.5 Regenwasserbewirtschaftung statt Regenwasserentsorgung

6.5.1 Grundsätze der Regenwasserbewirtschaftung in Berlin

Die einseitig auf hohen Entwässerungskomfort ausgerichtete Stadtentwässerung hat bereits im Zuge der Erkenntnis der damit hervorgerufenen Schadenssymptome zu einem Umdenken in der Regenwasserableitung geführt. Dieser Umdenkungs- und Handlungsprozess muss verantwortungsvoll im Spannungsfeld eines paritätisch ausgerichteten Grundwasser- und Oberflächengewässerschutzes erfolgen.

Zwar sind die Erfolge unserer wasserwirtschaftlichen „Vorväter“ in vielfacher Hinsicht bemerkenswert, dennoch zeigt die Entwässerungsgeschichte Berlins, dass zu einseitig konzipierte Lösungen große Gewässerschädigungen hervorrufen und kaum noch reversibel sind. Im Gegensatz zu Entscheidungen über Klärwerksstandorte oder Klärschlammbehandlungsanlagen stellen die im Zuge der Stadterschließung errichteten Entwässerungssysteme eine sehr langlebige und nur mit hohen Kosten veränderbare Struktur dar.

Die grundsätzliche Zielstellung der Berliner Regenwasserbewirtschaftung muss von daher sein:

- A) Im Zuge von Erschließungen bei Neubauvorhaben sind zusätzliche hydraulische und stoffliche Belastungen von Oberflächengewässern weitestgehend zu vermeiden. Maßnahmen zur Abflussvermeidung ist in jedem Fall der Vorrang zu geben.
- B) Bestehende Entwässerungssysteme, die nachweislich Schädigungen in Gewässern hervorrufen, sind in vertretbarem Rahmen sukzessive umzugestalten; semizentrale oder dezentrale Regenwasserbehandlungsmaßnahmen sind zu ergreifen.
- C) Alle Bewirtschaftungskomponenten dürfen nicht zu einer die Trinkwasserversorgung gefährdenden Grundwasserbelastung führen.
- D) Konzepte sind im „step-by-step-Verfahren“ umzusetzen und wissenschaftlich zu begleiten. Die Regenwasserbewirtschaftungsprogramme sind dem wissenschaftlichen Erkenntniszuwachs ständig anzupassen.

Zunehmend wächst auch in anderen Fachkreisen die Erkenntnis, dass alternative Entwässerungsverfahren in vielfältiger Hinsicht von Vorteil sein können. Nicht selten führt erst die leidige Kostendiskussion zu entsprechender Einsicht. Denn eines kann bereits mit großer Sicherheit prognostiziert werden, nämlich, dass eine gezielte Regenwasserbewirtschaftung gegenüber einer herkömmlichen klassischen Regenwasserentsorgung über einen R-Kanal durchaus finanzielle Vorteile haben kann.

Auf die Multifunktionalität des Wasserwirtschaftsraumes Berlins und die damit verbundenen Belastungssymptome ist bereits in den vorangehenden Kapiteln näher eingegangen worden. Die Notwendigkeit eines grundsätzlichen Umdenkens in der Regenwasserbewirtschaftung soll noch einmal anhand der nachfolgenden Punkte zusammenfassend dargelegt und durch weitere Aspekte ergänzt werden:

- a) Die Wasserwirtschaft in Berlin ist einer ausgewogenen Planung zum Schutz des Bodens, des Grundwassers und der Oberflächengewässer verpflichtet.
- b) Die Trinkwasserversorgung Berlins steht in Abhängigkeit zur Güte und Verfügbarkeit der Ressource Grundwasser. Zu einem überwiegenden Teil fördern die Berliner Wasserbetriebe ihr Grundwasser indirekt aus dem Oberflächenwasser (Uferfiltration). Integraler Bestandteil einer langfristigen Strategie zur Sicherung der Trinkwasserversorgung muss von daher neben dem Grundwasserschutz der bessere Schutz der Oberflächengewässer sein.
- c) Die zum Teil gravierenden Belastungen von Oberflächengewässern, verursacht durch die praktizierte Regenwasserentsorgung in Berlin, sind im Interesse einer Verbesserung stadtökologischer Verhältnisse zu minimieren.
- d) Die Mehrheit der Fließgewässer in Berlin sind hinsichtlich ihrer hydraulischen Ableitungsfähigkeit im Regenwetterfall (Abflussspitzen) bereits ausgeschöpft.
- e) Die Errichtung und der Betrieb herkömmlicher Entwässerungssysteme bringt hohe investive wie konsumtive Kosten mit sich. Diese Kosten müssen langfristig in effektivere, dem Gewässer- und Grundwasserschutz dienliche Maßnahmen umgelenkt werden.
- f) Die einzusetzende Technik der Regenentwässerung wird vorrangig durch wasserwirtschaftliche und ökologische Erfordernisse bestimmt. Alternative Entwässerungssysteme weisen bei ordnungsgemäßer Planung und Ausführung den gleichen hohen stadttechnischen Entwässerungskomfort wie traditionelle Kurzschlussentwässerungen auf.

6.5.2 Grundsätze der Regenwasserbewirtschaftung bei Neubauvorhaben

Forderungen nach Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung sind überall dort zu stellen, wo im Zuge von Neubauvorhaben oder in bisher nicht erschlossenen Wohnungsgebieten ein unvermeidbarer Regenabfluss von versiegelten Flächen anfällt und wo Regenwasser auf natürlicher Weise nicht zur Versickerung gebracht werden kann. Vom Grundsatz soll der Abflussvermeidung und der dezentralen Bewirtschaftung vor Ort der Vorrang gegeben werden.

Folgende Elemente sind somit grundsätzliche Bestandteile neuer Formen der Regenwasserbewirtschaftung in Berlin:

- Strikte Minimierung des Versiegelungsgrades zur Vermeidung von Regenabflüssen,
- Ergreifen von Maßnahmen zur Vermeidung, Reinigung und Drosselung von Regenabflüssen am Ort des Anfalls (u.a. Dachbegrünungen, Regenwassernutzung für außerhäuslichen Gebrauch),
- Bewirtschaftung des unvermeidbar anfallenden Regenabflusses möglichst nah am Ort des Entstehens durch Maßnahmen zur Regenwasserreinigung, Speicherung und Versickerung,
- Semizentrale und dezentrale Maßnahmen zur Drosselung und Aufbereitung ungedrosselter Regenwasserableitungen (u.a. Regenabfluss von Straßen mit hoher Verkehrsdichte) vor Einleitung in das Oberflächengewässer.

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren für das Einleiten von Regenwasser in Oberflächengewässer vertritt die Wasserwirtschaft den Standpunkt, dass der Planer alle Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im oben genannten Sinne auszuschöpfen hat. Dieses Konzept wird nur in dem Maße konsequent gelingen, wie diese Forderung bauplanungsrechtlich abgesichert ist und somit wasserwirtschaftliche Belange frühzeitig in die Bebauungsplanung (B-Plan) integriert werden. Die bisherigen Erfahrungen in Berlin zeigen, dass eine bessere Synchronisation zwischen der Bebauungsplanung und wasserwirtschaftlichen Zielvorstellungen notwendig ist. Bleiben frühzeitige Abstimmungen zwischen der Wasserbehörde und den Bauträgern bzw. Planern aus, lassen sich in die geplanten hohen Bebauungsdichten oftmals dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsanlagen nicht problemlos integrieren. Dezentrale Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung erfordern einen Platzbedarf von ca. 10 bis maximal 20 % der angeschlossenen versiegelten Fläche innerhalb des Bebauungsgebietes. Da in entwässerungstechnischer Hinsicht dezentrale, straßenbegleitende Versickerungsmulden von Vorteil sind, müssen die Anforderungen einer alternativen Entwässerungsplanung frühzeitig in die Gesamtplanung u.a. der Straßenquerschnitte integriert werden.

Die Festsetzung dieses Flächenbedarfes im B-Plan ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht unabdingbar und anzustreben. In rechtlicher Hinsicht besteht jedoch das Problem, dass Festsetzungen im B-Plan nur aus Gründen des Naturschutzes getroffen werden können, nicht aber aus wasserwirtschaftlichen. Die Forderungen, die sich aus dem Wasserrecht ableiten lassen, finden erst am Ende des Planungsprozesses im Rahmen der Genehmigungsverfahren für das Einleiten von Regenwasser in die Oberflächengewässer statt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Beplanung des Gebietes bereits weitgehend abgeschlossen. Die Konsequenzen, die sich dann aus den wasserrechtlichen Bescheiden ableiten lassen, erfordern für den Bauträger entweder eine vollständige, kostenintensive Umplanung des Gebietes oder das Ausweichen auf vorrangig semi- oder zentrale Maßnahmen (Regenrückhaltebecken, Reinigungsanlagen). Durch eine Abkehr von dezentralen Maßnahmen werden somit neben den ökologischen auch die Kostenvorteile alternativer Entwässerungssysteme gegenüber den herkömmlichen Systemen weitgehend aufgezehrt. Es sollte deshalb auch ein über die wasserwirtschaftlichen Belange hinausgehendes Interesse zu alternativen Entwässerungsplanungen bestehen. Hier ist durch das Änderungsgesetz zum Berliner Wasser-gesetz vom 17. Mai 1999 über die Verankerung eines Versickerungsgebotes eine grundlegende Änderung eingetreten.

Das konsequente Verfolgen neuer Bewirtschaftungsgrundsätze bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Wasserbehörde) und den Berliner Wasserbetrieben hat bereits eine Vielzahl von Planungsbüros und Entwicklungsträgern veranlasst, sich frühzeitig dieser Konzepte bei der stadttechnischen Erschließung ihrer Neubaugebiete anzunehmen und offensiv in das stadtökologische Gestaltungskonzept zu integrieren. Als Pilotprojekte für eine Abkehr von herkömmlichen Entwässerungssystemen können u.a. die städtischen Bauvorhaben in Karow-Nord, der Entwicklungsbereich Rummelsburger Bucht sowie das Daimler-Benz-Projekt (DEBIS) am Potsdamer Platz genannt werden. Für die Entwässerung der privaten Flächen sind beim Wohnungsbauvorhaben Karow-Nord konsequent Mulden-Rigolen-Systeme zur Anwendung gekommen. Mulden-Rigolen-Systeme sind im Entwicklungsbereich Rummelsburger Bucht auf der Stralauer Insel erstmalig auch für die Entwässerung öffentlicher Flächen eingesetzt worden. Dass sich auch bei inner-

städtischen Projekten mit hohem Flächennutzungsdruck eine nahezu vollständige Entkoppelung des Regenabflusses vom Oberflächen-gewässer (Landwehrkanal) realisieren lässt, belegt das Daimler-Benz-Projekt am Potsdamer Platz. Das Bewirtschaftungskonzept sieht eine umfangreiche Regenwassernutzung in Kombination mit der Errichtung eines urban-geprägten Gewässers als integraler gestalterischer Bestandteil des Bauvorhabens vor.

Untersuchungen und Pilotprojekte der letzten Jahre haben gezeigt, dass es für den Einsatz von Regenwasserbewirtschaftungselementen kaum begrenzende Faktoren gibt. Nur in wenigen Fällen wird die konsequente Umsetzung von Bewirtschaftungsmaßnahmen nicht möglich sein. Die vielfältigen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten von der Drosselung über die Aufbereitung bis hin zur Nutzung des Regenwassers erfordern für jeden konkreten Anwendungsfall eigene, ortsspezifische Lösungen.

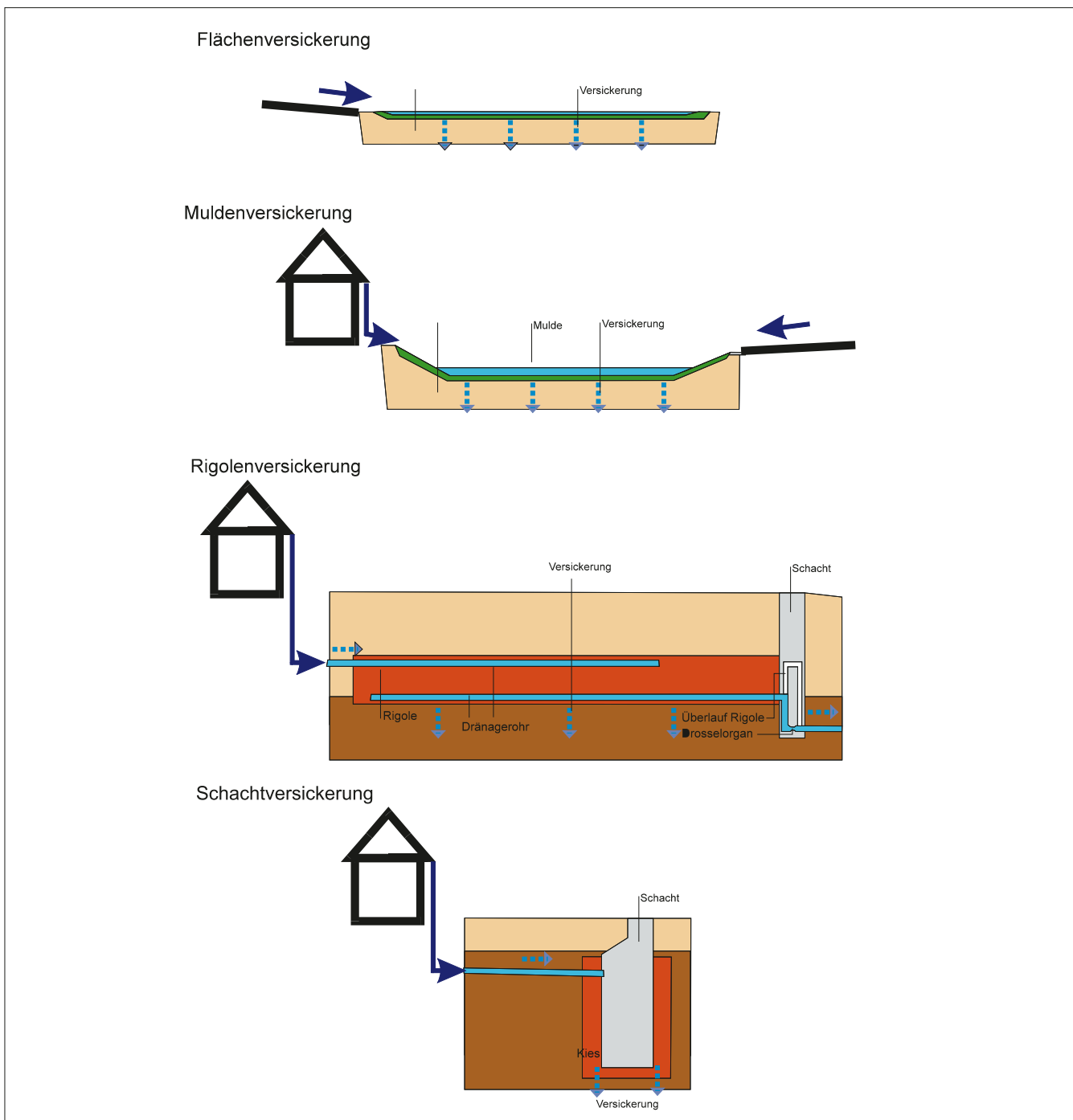


Abbildung 6.5-1a Schematische Darstellung verschiedener Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung

6.5.3 Dezentrale Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung

Vielfältige Aspekte sprechen für die Wahl eines dezentralen Verfahrens. Hier einige Beispiele:

Wesentliche Elemente und Zielstellung der dezentralen bzw. semizentralen Regenwasserbewirtschaftung sind:

- Drosselung des Regenabflusses
- Naturnahe effektive Reinigung des Regenwassers nahe am Anfallort
- Versickerung oder Ableitung des gereinigten Drosselabflusses in das Grundwasser oder Oberflächenwasser

a) Durch die Anordnung von straßen- und baubegleitenden Versickerungsflächen ist der Gefälleverlust bis zur Einleitungsstelle in die Versickerungsanlagen gering. Selbst bei erforderlichen semizentralen Anlagen zur Regenwasseraufbereitung können durch den Einsatz von Flachentwässerungselementen hohe Gefälleverluste vermieden werden. Es besteht daher kein Bedarf an elektrischer Energie zur Hebung des Regenwassers auf Sohlenniveau wie z. B. bei zentralen Behandlungsanlagen.

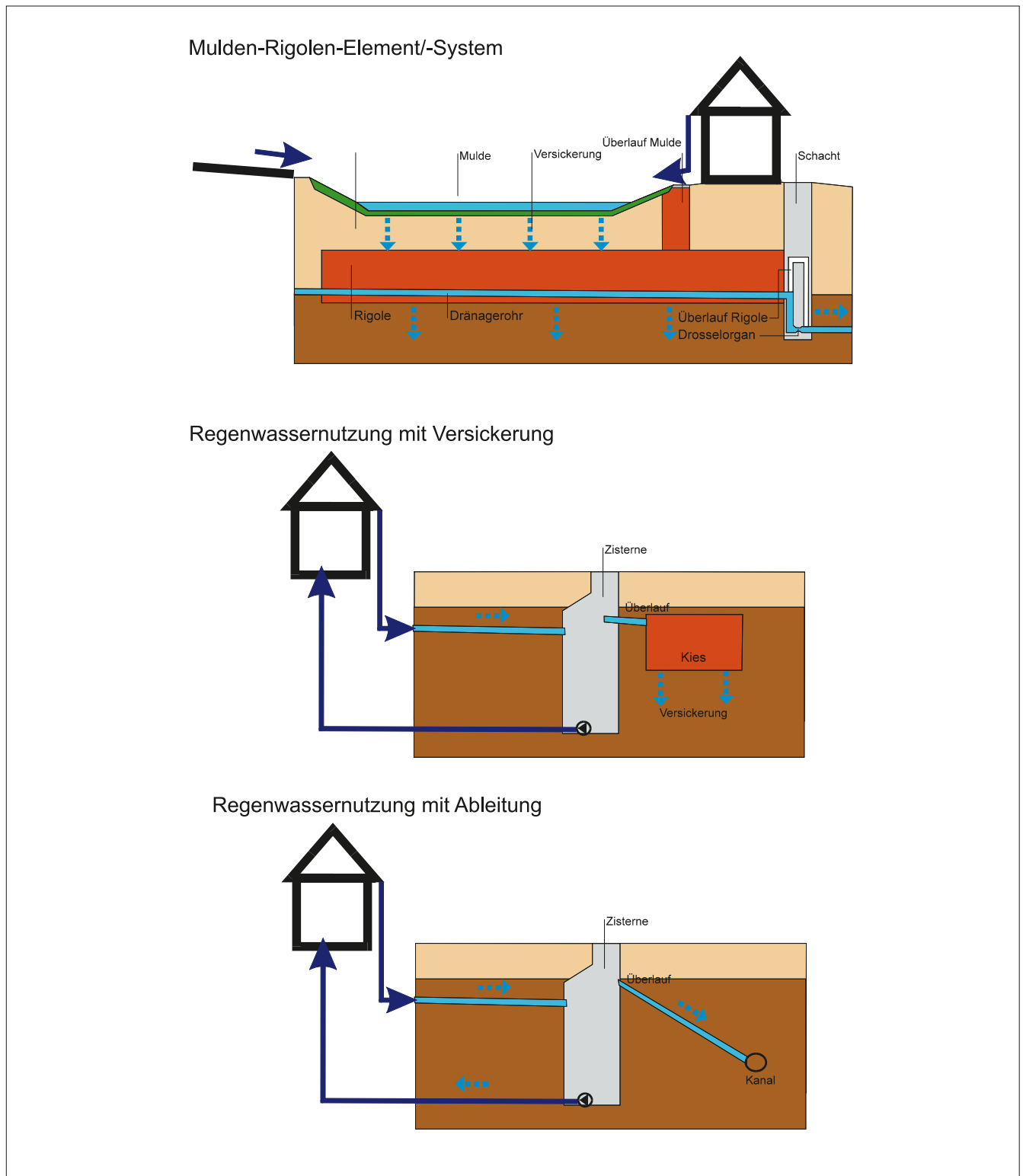


Abbildung 6.5-1b Schematische Darstellung verschiedener Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung (Fortsetzung)

- b) Bei dezentralen Anlagen ist eine Kontrolle der tatsächlich angeschlossenen Flächen (Größe, Nutzung) besser realisierbar als bei end-of-pipe Anlagen mit großen unübersichtlichen Einzugsgebieten. Eine dauerhafte Begrenzung der Flächenbelastung auf das vorgesehene Niveau ist somit gegeben.
- c) Je mehr ein Abweichen vom dezentralen Bewirtschaftungsprinzip erfolgt, desto mehr nehmen die Rohrquerschnitte für das Ableitungssystem zu und die Kostenvorteile schwinden entsprechend.
- d) In Gebieten mit traditioneller Entwässerung müssen Anlagen (R-Kanal, Regenwasserrückhaltebecken, Regenwasserreinigungsanlagen) im Zuge der Erschließung bereits für den Endausbauzustand des gesamten Entwicklungsgebietes errichtet werden. Bei dezentralen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung kann dieser kostenintensive Investitionsvorlauf weitgehend vermieden werden, da dezentrale Maßnahmen in Abhängigkeit des Baufortschritts umgesetzt werden.

Einleitung in die Oberflächengewässer wird deshalb oftmals nicht zu vermeiden sein. Weitere örtliche Faktoren haben darüber hinaus ebenfalls Einfluss auf die Wahl des Entwässerungsverfahrens.

Neben dem Flächenangebot sind die geologischen und hydrogeologischen Bedingungen sowie die Grundwassersituation von entscheidender Bedeutung. Um eine hohe Reinigungsleistung des Regenwassers zu erzielen, muss die Versickerung von Regenwasser über eine belebte bewachsene Mutterbodenschicht erfolgen. Die Versickerungsfähigkeit und Reinigungseffektivität der Anlage hängt somit in entscheidendem Maße vom Aufbau des Oberbodens ab. Es ist generell eine Optimierung der Versickerungsgeschwindigkeit durch den 30 cm dicken Oberboden erforderlich. Eine zu schnelle Versickerung lässt eine effektive chemisch/biologische Reinigung des Regenwassers auf Grund zu geringer Kontaktzeiten nicht zu. Langsame Versickerungsleistungen bewirken ungewollte Einstauzeiten der Mulden. Für den einzusetzenden 30 cm dicken Oberboden wird in der Regel ein optimierter k_f -Wert von 10^{-5} m/s zugrunde gelegt.

In der Siedlungswasserwirtschaft hat sich neben der einfachen Flächenversickerung (unmittelbare Entwässerung über die Randbereiche) das Mulden-Rigolen-System als eine optimale mit technischen Mitteln gestützte Versickerungsform durchgesetzt. Es erfüllt mit seinen konstruktiven Elementen Mulde-Mutterbodenschicht-Rigole-Drosselableitungssystem in örtlich angepasster Bemessung die vielfältigen Anforderungen an eine dezentrale Bewirtschaftung (Drosselung, Reinigung, Speicherung, gedrosselte Ableitung).

Ein weiteres Kriterium für die Wahl und für die Bemessung der Anlagen sind die geologischen Bedingungen im Entwässerungsgebiet. Der natürlich anstehende Boden ist je nach Art unterschiedlich befähigt, Regenwasser nach Durchsickerung der Mutterbodenschicht aufzunehmen. Da das Platzangebot für Versickerungsflächen generell begrenzt ist, sind je nach Bodenart verschiedene Maßnahmen zur Zwischenspeicherung (Rigole) bis hin zur Ableitung eines Drosselabflusses erforderlich.

Die zu ergreifenden Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung hängen entscheidend von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten ab. In Neubaugebieten lassen sich bei frühzeitiger Berücksichtigung in der Bebauungsplanung Maßnahmen zur dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser generell realisieren. Schwieriger wird es in Bestandsgebieten mit hohen Bebauungsdichten. In den Innenstadtbereichen werden straßenbegleitende Versickerungsmulden kaum unterzubringen sein. Das Prinzip der semizentralen oder zentralen Bewirtschaftung und Aufbereitung des Niederschlagswassers vor

Den Einfluss unterschiedlich anstehender Böden auf die Wahl des Entwässerungsverfahrens zeigt schematisch die Tabelle 6.5-1. Je nach anstehenden Böden können die Systeme in beliebiger Kombination die Grundforderungen erfüllen. Selbst bei Anordnung auf den Hochflächen stellen bindige Böden kein Hinderungsgrund für die Errichtungen technisch gestützter Versickerungsmaßnahmen dar.

Neben den geologischen Bedingungen und dem Flächenangebot sind folgende Einflussfaktoren für die Auswahl und Bemessung des

Bodenarten	Sand	Schluff	Ton
K_f -Wert	10^{-4}	10^{-6}	10^{-7}
Versickerungsdauer für eine 1.000 mm Wassersäule	3 Stunden	12 Tage	115 Tage
Versickerungsdauer für eine hydraulische Belastung von 5.000 mm (entspricht A_s zu A_{red} 1:10, 645 mm Niederschlag, Abflussbeiwert für versiegelte Fläche 0,8)	15 Stunden	60 Tage	575 Tage
Bewirtschaftungsmöglichkeiten	Versickerung ohne weiteres möglich	Zwischenspeicherung erforderlich	Zwischenspeicherung und Flächenvergrößerung oder gedrosselte Ableitung erforderlich
Bevorzugte Versickerungsarten	FV, MV, RV, SV	MRE, MRS	MRS

FV	Flächenversickerung	SV	Schachtversickerung
MV	Muldenversickerung	MRE	Mulden-Rigolen-Element
RV	Rigolenversickerung	MRS	Mulden-Rigolen-System

Tabelle 6.5-1 Versickerungsleistungen unterschiedlicher Bodenarten und bevorzugte Bewirtschaftungsmöglichkeiten (Sieker 1993, modifiziert und ergänzt)

Verfahrens bzw. begrenzende Faktoren für den Einsatz dezentraler Maßnahmen ebenfalls entscheidend:

- Altlasten/Altlastenverdachtsflächen
- Verschmutzungsgrad des Regenwassers
- Trinkwasserschutzzonen
- Grundwassersituation (HGW, schwebendes Grundwasser)

6.5.4 Versickerung von Niederschlagsabflüssen und Grundwasserschutz

Ein wesentliches Element der Regenwasserbewirtschaftung stellt das Aufleiten des Niederschlagswassers auf Vegetationsflächen mit anschließender Versickerung über eine belebte Bodenzone in das Grundwasser dar.

Die Versickerung bietet in vielfältiger Hinsicht eine ganze Reihe von Vorteilen gegenüber sonstigen technischen Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung.

Wesentliche Vorteile sind im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser zu nennen:

1. Die stoffliche Belastung des Niederschlagswassers wird bei Passage einer belebten bewachsenen Mutterbodenschicht weitgehend zurückgehalten
2. Das Aufleiten von Niederschlagswasser auf Vegetationsschichten erhöht die Verdunstungsleistung der Landschaft und trägt somit zur Verbesserung des Stadtklimas (Kühlung) bei
3. Die Regenwasserversickerung trägt zur Grundwasserneubildung bei und erhöht die Wasserverfügbarkeit für die Vegetation. Sie kann einen Beitrag zum natürlichen Ausgleich der Niedrigwasserführung urban geprägter Gewässer leisten.

Die Regenwasserversickerung birgt aber auch die Gefahr in sich, dass bei unsachgemäßer Planung bzw. Ausführung, bei hydraulischer oder stofflicher Überlastung der Systeme und bei Erschöpfung der Reinigungsleistung relevante Schadstoffmengen in das Grundwasser migrieren können.

Die Fähigkeit von Böden, Schadstoffe dauerhaft zurückzuhalten, hängt von einer Reihe unterschiedlicher Faktoren ab. Die entscheidenden Kriterien für die Eliminationsleistung sind neben dem Schadstoffpotenzial und sonstigen Eigenschaften der Niederschlagsabflüsse die stoffliche und hydraulische Belastung des Versickerungssystems, die Wahl des Oberbodens und dessen Bewirtschaftung.

Bei der Passage des aeroben Oberbodens wirken eine Vielzahl von Einzelmechanismen, die in ihrer Summe den Rückhalt der Schadstoffe bewirken:

- mechanischer Rückhalt ungelöster Stoffe durch Filtration
- Fällung gelöster Stoffe mit anschließender Filtration
- Adsorption gelöster Stoffe an der Bodenmatrix (Tonminerale, Eisenoxiden, organische Substanzen)
- mikrobieller Abbau akkumulierter Schadstoffe.

Durch welche Mechanismen die einzelnen Schadstoffe zurückgehalten werden, hängt maßgeblich von den stoffspezifischen Eigenschaften ab. Gerade die Vielfalt der Bodenmatrix ermöglicht die Elimina-

tion verschiedener Stoffe mit zum Teil unterschiedlichen Eigenschaften und Zustandsformen. So können gelöste Stoffe, die in rein mechanischen Absetzbecken nicht zurückgehalten werden, u.a. durch Sorption wirksam fixiert werden.

Im Rahmen von Forschungsarbeiten der letzten Jahre konnte der Nachweis erbracht werden, dass schon die Passage des belasteten Niederschlagswassers durch eine 30 cm dicke Mutterbodenschicht ausreicht, das Regenwasser weitestgehend zu reinigen (Sieker, 1994). Einschränkend muss festgestellt werden, dass perseverante Stoffe, also Stoffe die weder chemisch noch biologisch zurückgehalten werden können (z.B. Chloride), bei Versickerung direkt in das Grundwasser übertreten. Da hohe Chloridkonzentrationen im Regenabfluss von Verkehrsflächen vorrangig durch den Einsatz von Tausalzmitteln auftreten, ist die Ausbringung solcher Stoffe in Einzugsgebieten von Gewässern oder Versickerungsanlagen durch den Einsatz anderer Abstumpfungsmittel (Splitt o.ä.) zu ersetzen oder gänzlich darauf zu verzichten.

Mit Ausnahme der Abbauvorgänge sind alle Rückhalte-mechanismen vom Grundsatz her reversibel. Die Ursachen für Schadstoffdurchbrüche sind weitgehend bekannt und müssen bei Planung, Betrieb und Überwachung der Anlagen berücksichtigt werden. So können plötzlich eintretende Milieuänderungen (u.a. pH-Wert-Verschiebungen) zu Desorptionsvorgängen und somit zur Mobilisierung von akkumulierten Schadstoffen führen.

Die bisher vorgenommenen Untersuchungen zeigen, dass die organische Bodenmatrix außerordentlich gut befähigt ist, organische wie auch anorganische Inhaltsstoffe über einen längeren Zeitraum festzuhalten. Von Interesse für die Ermittlung der Standzeiten von Versickerungsbecken oder Mulden ist, welche Beladungszustände die organische Substanz ohne Desorptionsanzeichen zulässt. Durch Sieker (pers. Mitteilung) werden Standzeiten auf Grund der außerordentlich hohen Austauschkapazität des Bodens von 30 bis 50 Jahren angegeben. Deshalb können Mulden-Rigolen-Systeme als eine gegenüber zentralen Versickerungsbecken optimierte Form der Regenwasserversickerung in konstruktiver wie auch in unterhaltungstechnischer Hinsicht angesehen werden.

Auf Grund des bisher insgesamt noch unbefriedigenden Kenntnisstandes, insbesondere zum Langzeitverhalten von Versickerungsanlagen und der besonderen Schutzbedürftigkeit des Grundwassers in Berlin, ist eine bedingungs-freie Versickerung des anfallenden Regenwassers generell nicht erlaubnisfähig. Bis zum Vorliegen weiter gehender Erkenntnisse zur Übertragbarkeit bisher anderenorts durchgeführter Messungen auf die Berliner Verhältnisse bzw. zum Langzeitverhalten von Versickerungsanlagen im Planungsraum ist aus Vorsorgegründen ein zum Teil pragmatisches Vorgehen für die Festlegung von versickerungsfähigem und nicht versickerungsfähigem Regenwasser bzw. für die Wahl der Versickerungsart erforderlich.

Die derzeit geltenden Bedingungen für die Versickerung von Regenwasser zum Schutz des Grundwassers spezifiziert nach Herkunftsflächen und Versickerungsart enthält die Tabelle 6.5-2. Durch den Erlass der Niederschlagswasserfreistellungsverordnung in 2001 sind Versickerungen außerhalb von Trinkwasserschutzzonen, sofern es sich um gering belastetes Niederschlagswasser handelt, nunmehr erlaubnisfrei (siehe Verordnung).

Die technisch gestützte Versickerung von Regenwasser ist aus Grundwasserschutzgründen, aber auch zum Schutz der Gebäude

Art der Versickerungsanlage									
	breitflächige Versickerung mit Oberbodenpassage (≥ 30cm Mutterboden)		dezentrale Mulden- und Mulden-Rigolenversickerg.		semizentr. und zentrale Versickerungsbecken (intermitt. bechickt) ≥ 30 cm Mutterboden		Schacht-, Rohr-, und Rigolenversickerung ohne Oberbodenpassage		
	auß. WSG	WSG III (A,B)	auß. WSG	WSG III (A,B)	auß. WSG	WSG III (A,B)	auß. WSG	WSG III (A,B)	
1 Dachflächen außer aus Blei, Kupfer und Zink (ohne Beschichtung)	1	1	1	1	1	1	1	0	
2 Rad- und Gehwege in Wohngebieten und vergleichbaren Gewerbegebieten	1	1	1	1	1	1	1	0	
3 PKW-Stellflächen an Wohngebäuden	1	1	1	1	1	1	0	0	
4 Hofflächen in Wohngebieten und vergleichbaren Gewerbegebieten ohne intensive Nutzung	1	1	1	1	1	1	2	0	
5 PKW-Stellflächen mit Kundenverkehr	1	1	1	2	1	2	0	0	
6 Hofflächen in Wohngebieten und vergleichbaren Gewerbegebieten mit erhöhtem Verkehrsaufkommen sowie LKW-Stellflächen ohne Umgang mit wassergef. Stoffen	1	2	1	2	1	2	0	0	
7 Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone (ohne Bus- und Ladeverkehr, DTV ≤ 500 KFZ/d#, Bauklasse V,VI)	1	1	1	1	1	1	0	0	
8 Wohnsammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr, DTV 500 bis ≤ 2.000 Kfz/d#. Bauklasse III, IV	1	1	1	2	1	2	0	0	
9 Hauptverkehrsstraße, Industriestraße, Straße im Gewerbegebiet, DTV 2.000 bis ≤ 15.000 KFZ/d# Bauklasse II,III	1	2	2	2	2	2	0	0	
10 Schnellverkehrsstraße, Industriesammelstraße, DTV über 15.000 KFZ/d# Bauklasse SV, I, II	2	0	2	0	2	0	0	0	
11 metallische Dachflächen aus Blei, Kupfer und Zink*	2	2	2	2	2	2	0	0	
12 Ladezonen, Lagerflächen, Umschlag- und Abfüllplätze und sonstige Flächen mit Umgang wassergefährdender Stoffe	0	0	0	0	0	0	0	0	

#: Orientierungswert

*: bis 50 m² Dachfläche wie Punkt 1

0: nicht zulässig

1: zulässig

2: Einzelfallprüfung (u.U.gelten besondere Anforderungen und Einschränkungen)

Tabelle 6.5-2 Bedingungen für die Versickerung von Regenwasser in Gebieten außerhalb der Trinkwasserschutzzonen I und II

und der Baumbestände vor Vernässungsschäden nur in Gebieten zulässig, in denen der Abstand zwischen Geländeoberkante und höchstem gemessenen Grundwasserstand (HGW) 1,5 m beträgt; ergänzend ist der Nachweis zu erbringen, dass von der Unterkante der Versickerungsanlage ein Abstand von 0,9 bis 1,0 m zum HGW eingehalten wird. Mit dieser Einschränkung ist gesichert, dass in Gebieten

mit sehr hohen Grundwasserständen keine Verschärfung der Situation (Gebäude- und Vegetationsschäden) durch zusätzliche Grundwasserneubildungen eintritt. Zur Vermeidung von Vernässungsschäden angrenzender Gebäude sind die gängigen horizontalen Sicherheitsabstände einzuhalten.

6.5.5 Diskussion von möglichen Strategien zur dezentralen Sanierung bestehender Systeme

Insbesondere in den dichter bebauten Bestandsgebieten wird sich die Forderung nach vorrangig dezentraler Bewirtschaftung selbst langfristig aus vielerlei Gründen nicht erheben lassen. Dezentrale Versickerungsmaßnahmen können bei hohen Bebauungsdichten und geringen Straßenbreiten selbst im Zuge notwendiger Sanierungsmaßnahmen am Kanalnetz oftmals nachträglich nicht integriert werden. Der hohe unterirdische Leitungsbestand und Straßenbäume sind zudem ein begrenzender Faktor für eine kostengünstige Anordnung von straßenbegleitenden Mulden-Rigolen-Systemen. In einigen Gebieten, wie in den Neubausiedlungen von Marzahn und Hohen Schönhausen bestehen aber durchaus Möglichkeiten der Integration von Mulden-Rigolen-Systemen in die Straßenquerschnitte. Große Gebäudeabstände mit ausgedehnten Hofflächen ermöglichen dort die Umsetzung semizentraler Maßnahmen.

Besondere Formen der Regenwasserbewirtschaftung sind durchaus auch in den Gründerzeitbebauungsgebieten kostengünstig realisierbar, insbesondere auf den Hofflächen. Das Dachablaufwasser sowie das auf dem Hof anfallende Regenwasser kann je nach Bebauungsdichte und geologischen Verhältnissen über verschiedene Möglichkeiten unmittelbar vor Ort gedrosselt abgeleitet oder gereinigt werden. Denkbar sind dabei u.a. folgende konstruktive Varianten:

- Entsiegelungen
- Aufleiten des Regenwassers (Dach- und Hofablauf) unmittelbar auf Vegetationsflächen
- Anordnen von gedichteten oder ungedichteten Mulden-Rigolen-Systemen auf den Hofflächen; Drosselablauf in die R-Kanalisation
- Einleiten des Regenwassers in unterirdische Auffangbecken mit Aufleiten des Beckenüberlaufs in bewachsene Mulden oder Ableitung eines Drosselablaufs in den R-Kanal
- Dachbegrünung
- Nutzung des gespeicherten Regenwassers in den Rigolen oder Auffangbecken (Zisternen) als Beregnungswasser

Der Anschlussgrad an die Regenwasserkanalisation von unbebauten versiegelten Flächen (überwiegend Hofflächen) beträgt Abschätzungen zu Folge immerhin 37 % und von bebauten versiegelten Flächen (Dachflächen) 39 % (siehe Kapitel 4). Die theoretisch maximalen Entkoppelungspotenziale sind demnach enorm.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die im Zusammenhang mit Flächenabkopplungen angestellt werden, sind wegen der Vielzahl von zu berücksichtigenden Ebenen komplex. Langfristige Auswirkungen müssen speziell betrachtet werden:

- Bedeutend geringere Rohrquerschnitte bei notwendigen Erneuerungsmaßnahmen bestehender Trassen; Aufschub von Investitionen,
- Verringerung des hydraulisch erforderlichen Rohrquerschnitts bei Bestandstrassen und damit Einsatzmöglichkeit kostengünstiger Inline-Sanierungsverfahren,
- Verringerung von hydraulischen Überlastungen bestehender Systeme und somit Senkung des Wartungs- und Unterhaltungsaufwandes,
- Minimierung des Aufwandes für die Errichtung und Wartung von Hausanschlüssen,
- Minimierung des Aufwandes für die Errichtung zentraler Regenwasserreinigungsbecken,

- hydraulische Entlastung bestehender Regenwasserreinigungsanlagen und somit Erhöhung der Effektivität von zentralen Regenwasseraufbereitungsanlagen,
- Minimierung des Unterhaltungsaufwandes an den Gewässern.

Die Bewertung einer möglichen großflächigen Umsetzung solcher Strukturmaßnahmen in wasserwirtschaftlicher, struktureller, juristischer und finanzieller Hinsicht ist innerhalb der Abwasserbeseitigungsplanung nicht zu leisten. Solche Untersuchungen müssen Gegenstand detaillierter interdisziplinärer Betrachtungen sein.

Eine erste systematische Grundlage ist mit der Erarbeitung des Stadtentwicklungsplanes Ver- und Entsorgung, Teil Regenwasser, vorgelegt worden (SENSTADT, 1997). In Abhängigkeit der unterschiedlichen Baustrukturtypen wurden die Regenwasserbewirtschaftungspotenziale blockscharf für die Stadt ermittelt.

6.5.6 Anforderungen an Maßnahmen zur Regenwassereinkleitung und -reinigung

In Berlin gelten die in der Tabelle 6.5-3 enthaltenen Standardanforderungen für das Einleiten von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer. Für größere zusammenhängende Gebiete sind im Einzelfall je nach Belastungsgrad der Flächen und Gewässersituation weiter gehende Anforderungen zu stellen.

Im Land Berlin ist für die Berechnung der Niederschlagswassermengen, die in oberirdische Gewässer eingeleitet werden sollen, ein Bemessungsregen $r_{15;0,2}$ in Höhe von 200 l/s x ha reduzierter Grundstücksentwässerungsfläche anzusetzen. Bei größeren Entwässerungsflächen, wenn die Fließzeit im Kanalnetz mehr als 15 min beträgt, sind 115 l/s x ha zu veranschlagen. Weiterhin zulässig sind die Berechnungen über den „Berliner Modellregen“ bzw. über den „Blockregen“.

Die Art und Bemessung der Regenwasserbehandlungsanlage richtet sich sowohl nach der Größe und Nutzung der zu entwässernden Fläche als auch nach Art der Empfindlichkeit der Aufnahmegewässer (Tabelle 6.5-3).

In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass bei sehr großen bzw. stark belasteten Flächen eine weiter gehende Regenwasserbehandlung erforderlich ist.

Für das Einleiten von Niederschlagswasser in Gewässer, die in der Trinkwasserschutzzone liegen, sind die besonderen Bestimmungen der Wasserschutzgebietsverordnungen zu berücksichtigen.

Die Erkenntnis, dass von Regenwassereinkleitungen eine gravierende Gewässerbelastung ausgeht, hat bereits in den Siebzigerjahren zu ersten Überlegungen hinsichtlich weitergehender Maßnahmen zur Minimierung der Einträge aus den Trennkanalisationsgebieten geführt. Die fachlichen Überlegungen zur Belastungsreduzierung beschränkten sich ausschließlich auf zentrale, also auf reine end-of-pipe Maßnahmen.

Die seinerzeit zuständige Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen hatte gemeinsam mit den Berliner Wasserbetrieben ein Programm zur Entlastung von besonders schutzbedürftigen Gewässern ausgearbeitet. Von 50 Einleitungsstellen in sensible Gewässer sollten 31 Einläufe durch Vorschaltung von Reinigungsanlagen entlastet

Art der Entwässerungsflächen	Direkte Einleitung in ein Gewässer	Mittlere Einleitung über Fremdleitungen in ein Gewässer
1. Nichtmetallische und metallische Dachflächen (außer aus Blei, Kupfer und Zink ohne Beschichtung)	erlaubnisfrei Genehmigung des Einleitungsbauwerks erforderlich	genehmigungsfrei
2. Rad- und Gehwegflächen	wie 1.	wie 1.
3. Hofflächen in Wohngebieten	wie 1.	wie 1.
4. Pkw-Stellplätze bis 10 Plätze	wie 1.	wie 1.
4a. Pkw-Stellplätze über 10 Plätze	erlaubnispflichtig Einbau Kontrollschacht*/ Sandfang# mit Tauchwand erforderlich	genehmigungspflichtig Einbau Kontrollschacht*/ Sandfang# mit Tauchwand erforderlich
5. Pkw-Stellflächen bei Industrie und Gewerbe	wie 4a.	wie 4a.
6. Lkw-Stellflächen bis 5 Plätze	wie 4a.	wie 4a.
7. Pkw-Stellflächen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen	erlaubnispflichtig Nachweis entsprechend ATV-Handlungsempfehlungen unter Einbeziehung der Gewässerbelastbarkeit, mindestens jedoch Einbau Sandfang# mit Tauchwand, ggf. Ölsammelraum	genehmigungspflichtig Nachweis entsprechend ATV-Handlungsempfehlungen unter Einbeziehung der Gewässerbelastbarkeit, mindestens jedoch Einbau Sandfang# mit Tauchwand, ggf. Ölsammelraum
8. Lkw-Stellflächen über 5 Plätze	wie 7.	wie 7.
9. Fahrbahnflächen	wie 4a. oder 7.	wie 4a. oder 7.
10. Umschlagflächen / Lagerflächen einschl. Be- und Entladezonen	Einzelfallprüfung	Einzelprüfung
11. Flächen für den Umgang mit gefährlichen oder wassergefährdenden Stoffen im Sinne des KrW-/AbfG, BImSchG bzw. der VAWS	nicht zulässig	nicht zulässig

*: Durchmesser $\geq 1,0$ m und Schlammfangtiefe $\geq 0,8$ m mit ablaufseitiger Tauchwand
#: für Korngröße $\geq 0,5$ mm, Quarzsand bzw. $v_{\text{sink}} = 7,2$ cm/s, $t_0 \geq 1,0$ m, $v \geq 0,3$ m/s

Tab. 6.5-3: Standardanforderungen für das Einleiten von Niederschlagswasser in Gewässer

werden. Durch Bündelung der Einleitungsstellen konnte die vorgesehene Anzahl von Reinigungsanlagen auf 20 reduziert werden.

Ziel war es, den Maßnahmekatalog bis 1995 umzusetzen. Die vorgesehenen Beckenstandorte beschränkten sich, politisch bedingt, nur auf den Westteil der Stadt (Tegeler See, Unterhavel/Großer Wannensee, Grunewaldsee).

Auf der Grundlage der Empfehlungen von KRAUTH (1980) wurden durch die Berliner Wasserbetriebe bisher an 7 Standorten (siehe Tabelle 6.5-4) ausschließlich Sedimentationsbecken errichtet.

Gewässer	Beckenstandort	Inbetriebnahme
1 Dianasee	Fontanestraße	1983/Pilotanlage
2 Tegeler See	Medebacher Weg	1989
3 Schlachtensee/ Krumme Lanke	Fischerhüttenweg	1989
4 Hohenzollernkanal	Saatwinkler Damm	1991
5 Großer Wannensee	Badeweg	1992
6 Grunewaldseenkette	Onkel-Tom-Straße	1995
7 Teltowkanal	Walkenrieder Str.	1999

Tabelle 6.5-4 Bisher fertiggestellte Absetzbecken an Berliner Gewässern

Diese Absetzbecken nach Krauth ermöglichen es, grobe bis mittelfeine Partikel durch Sedimentationsvorgänge infolge einer Strömungsberuhigung (Aufenthaltszeit 1 Stunde) und aufschwimmbare Stoffe durch konstruktive Einbauten im Überlauf zurückzuhalten. Im Beckenzulauf wird durch die Anordnung eines Entlastungsbauwerkes der Bemessungszulauf Q_{bem} eingestellt.

Die Auslegung des Regenklärbeckens und des Entlastungsbauwerkes erfolgte in Anlehnung an die ATV A-128 für die Bemessung von Regenklärbecken im Mischverfahren. Der Bemessung liegt im Normalfall eine kritische Regenspende von 15 l/s x ha zu Grunde. Das entspricht etwa einer behandelten Wassermenge von 85 % des Zulaufs; die restlichen 15 % laufen ungereinigt über das Entlastungsbauwerk in das Gewässer. Die absetzbaren Stoffe werden turnusmäßig durch eine Schlammabzugsvorrichtung beräumt.

Es kann nicht Gegenstand der generellen Abwasserbeseitigungsplanung sein, die vielfältigen technischen Möglichkeiten der zentralen Regenwasserbehandlung im Einzelnen zu bewerten. Dennoch gibt es deutliche Hinweise, dass reine Absetzbecken, wie von Krauth vorgeschlagen, aus heutiger Erkenntnissicht nicht mehr zu favorisieren sind. Gemeinsam mit Fachexperten sind neue effektivere Wege der zentralen Regenwasserbehandlung zu entwickeln, für die es – trotz des Bestrebens der vorrangig dezentralen Regenwasserbewirtschaftung – auch langfristig keine Alternativen geben wird.

Die Absetzbecken mögen dazu geeignet sein – so auch ihre verfahrenstechnische Auslegung – vorrangig grobe bis mittelfeine Partikel aus dem Regenwasser abzuscheiden. Gelöste oder an Feinst-

partikel gebundene Stoffe werden jedoch durch die Bemessung der Aufenthaltszeit nicht wirksam eliminiert. Nach JEKEL (1985) ergibt sich durch die Abhängigkeiten von Sedimentationszeit und Stoffverteilungsmuster, dass in den Krauthschen Becken maximal Partikel mit einem Durchmesser von rd. 100 µm zurückgehalten werden können. Nach GÖTTLE (1978) ergibt sich bei einer Absetzdauer von 60 Minuten für Phosphor (TP) eine Eliminationsrate von nur rund 30 % bezogen auf den Beckenzufluss. Berücksichtigt man zudem, dass ca. 15 % des Zuflusses direkt am Becken vorbei geleitet werden, verschlechtert sich der Gesamtwirkungsgrad weiter. Die Bedeutung der Phosphoreinträge für die Berliner Gewässersituation wurde im Kapitel 4 und 5 herausgestellt.

Eine weitere Zielstellung von Maßnahmen zur Regenwasserreinigung muss eine spürbare Entlastung der Gewässer von Schwermetalleinträgen sein. Die Tabelle 6.5-5 gibt orientierend die Verteilung der Schwermetalle im Regenabfluss wieder (ohne gelöste Phase). Die gelösten Anteile sowie die <60 µm-Fraktion machen die Hauptfracht aus und sind bei der Wahl des Aufbereitungsverfahrens somit von entscheidender Bedeutung.

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%	84%

Tabelle 6.5-5 Prozentuale Verteilung von partikulär gebundenen Schwermetallfrachten auf drei Korngrößenfraktionen im Straßenabfluss (XANTHOPOLUS, 1990)

Weitere verfahrenstechnische Nachteile bringen Absetzbecken nach herkömmlichem Muster mit sich. WASSMANN (1994) führt an, dass während der Standzeiten der ständig gefüllten Becken der Sauerstoffgehalt in den Regenklärbecken aufgezehrt wird, sodass bei Regenereignissen das sauerstoffarme Wasser verdrängt und durch den Überlauf in das Gewässer eingetragen wird. Durch anerobe/anoxische Verhältnisse im Becken kommt es zwangsläufig zu P-Freisetzungen aus dem abgesetzten Schlamm und somit zu Phosphorschüben in das Gewässer bei Verdrängung des Beckeninhaltes infolge neuer Regenauflüsse.

Eine Einschätzung der Nitrifikationsleistung der Becken ist nicht möglich, da entsprechende Untersuchungsbefunde nicht vorliegen. Die geringe Gesamtstickstoffeliminationsleistung von maximal 30 %, die beobachteten geringen Sauerstoffverhältnisse (Nitrifikationshemmung) während der Standzeiten, die hohen Rücklösungsraten von Phosphor sowie die geringe Aufenthaltsdauer im Becken bei größeren Ereignissen lassen vermuten, dass die Nitratpräsenz im Becken gering ist und der Beckenüberlauf vorrangig durch Ammonium-Stickstoff bestimmt wird.

Inwieweit bereits bestehende Becken durch andere Betriebsweisen in ihrer Leistungsfähigkeit optimiert werden können, ist derzeit Gegenstand weiter gehender Untersuchungen. Folgende veränderte Betriebsformen und ergänzende Verfahrensstufen sind denkbar:

1. Umgestaltung des Durchlaufabsetzbeckens zu einem Speicherbecken mit Entleerung des Beckeninhaltes nach dem Regenereignis in den Schmutzkanal,

2. Umgestaltung des Durchlaufabsetzbeckens zu einem Speicherbecken mit modifiziertem Entleerungsregim. Der „saubere“ obere Beckeninhalt wird nach einem Regenereignis in das Gewässer abgeleitet und der untere, beckensohlennahe und höher belastete Inhalt in den Schmutzkanal gefördert,
3. Nachrüstung bestehender Becken mit einer Fällstufe und anschließender Betriebsweise des Punktes 2.

Vielfältige Ansätze existieren bereits durch den Einsatz anderer Verfahrenstechniken bei künftig zu errichtenden zentralen Aufbereitungsanlagen, um die Nachteile, die reine Absetzbecken mit sich bringen, zu minimieren. Die im Regenwasser enthaltenen gelösten wie ungelösten Problemstoffe, wie Schwermetalle, organische Schadstoffe, Keime und Nährstoffe lassen sich verfahrenstechnisch in Anlehnung an die Erfahrungen bei der Versickerung von Regenwasser optimaler durch eine belebte Bodenzone, z.B. in Bodenfilterbecken reduzieren. Reaktionskinetisch laufen in einem Bodenfilterbecken ähnliche Rückhalte-mechanismen wie bei einer Muldenversickerung ab. Untersuchungen an einer Bodenfilteranlage (Typ: Aquarisa) zur Reinigung von schadstoffbelastetem Oberflächenabfluss zeigen, dass für die Schwermetalle Zn, Cr und Cd Eliminationsraten von bis zu 87 % und für Cu und Ni Reinigungsleistungen von bis zu 68 % erzielt wurden (LORENZ ET AL., 1996). Umfangreiche Erfahrungen zum Bau von Bodenfilterbecken liegen bisher nicht vor. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass mit der weiteren Optimierung des Filteraufbaus (Substrat, Bewuchs, Betriebsweise) sich der Wirkungsgrad derartiger Anlagen noch erheblich steigern lässt. Insbesondere lassen sich die Phosphoreliminationsraten der sorptionschwachen Berlin-Brandenburger Böden durch die Zugabe von Eisenhydroxiden signifikant erhöhen. Die im Rahmen von „Bodenkundlichen Untersuchungen zur Behandlung von Niederschlagsabflüssen mit Retentions-Bodenfiltern in Berlin“ (ARGE BRUNNER & BIOPLAN, 1999, 2001) gewonnen Erkenntnisse zur Substratverbesserung stellen künftig die Grundlage für die Planung und den Betrieb der Bodenfilter in Berlin dar.

Ein weiterer Vorteil von Bodenfilterbecken ist, dass diese gegenüber der Betonbauweise von Absetzbecken eine weitgehend natürliche Bauform darstellen und landschaftsgestalterisch selbst in lockeren Wohngebieten zu integrieren sind. Im Gegensatz zu Absetzbecken, bei denen pro Jahr mehrmalige manuelle Schlammräumungen und Entsorgungen notwendig sind, kommen Bodenfilterbecken nach einer Einfahrphase über Jahre weitgehend ohne Wartung aus (LORENZ ET AL., 1996; BRUNNER, 1995). Geruchsprobleme werden durch die intermittierende Betriebsweise dieser Becken ausbleiben.

Nachteilig ist, dass die Beschickung von Bodenfilterbecken vielerorts wegen der geringen Gefälleverhältnisse vermutlich nur durch die Vorschaltung einer Druckstufe (Bau einer Pumpstation) möglich sein wird. Eine weitere Variante besteht darin, bestehende Regenrückhaltebecken kostengünstig zu Bodenfilterbecken umzurüsten. Dazu bedarf es im Einzelfall einer gesonderten Ermittlung der Machbarkeit und insbesondere der Auswirkungen solcher Maßnahmen auf die Hochwasserdrosselfunktion derartiger Becken, da durch die Substrateinfüllung Stauraum verloren geht. Gegebenenfalls sind Drosselmaßnahmen im Gebiet vorab erforderlich (SIEKER ET AL., 1997).

Auch Möglichkeiten zur kostengünstigen Integration einer Stauraumkanalbewirtschaftung im Zulauf (R-Kanal) zum Becken zur Abflussdrosselung sind zu prüfen.

An folgenden Gewässern sind Entlastungsmaßnahmen vorrangig zu planen und umzusetzen:

- Halensee
- Wuhle
- Flughafensee
- Teltowkanal
- Panke
- Rummelsburger See
- Grunewaldseenkette

Die Bemessung von zentralen Regenwasserreinigungsanlagen ist für eine kritische Regenspende von $r_{krit} = 15 \text{ l/s} \times \text{ha}$ vorzunehmen, für besonders empfindliche Gewässer für eine Regenspende von $r_{krit} = 30 \text{ l/s} \times \text{ha}$.

Für Regenwassereinleitungen in Fließgewässer mit angespannter Hochwassersituationen (u.a. Einzugsgebiet Panke) sind konsequent Drosselabflüsse um 1 bis 2 $\text{l/s} \times \text{ha}$ zu fordern.

Parameter	Anforderung
MKW	10 mg/l (im Ablauf der Behandlungsanlage)
abfiltrierbare Stoffe	$\leq 30 \text{ mg/l}$ (im Ablauf der Behandlungsanlage)
DOC bzw. CSB	Reduzierung der mittleren Jahresfracht um ca. 80 %
BSB ₅	Reduzierung der mittleren Jahresfracht um ca. 80 %
TP	Reduzierung der mittleren Jahresfracht um ca. 80 %
Schwermetalle	Reduzierung der mittleren Jahresfracht um ca. 80 %

Tabelle 6.5-6 Mindestanforderungen an zentrale Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung

Der Zeitraum für die Umsetzung derartiger Strukturmaßnahmen wird einige Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Trotz vorrangig anzustrebender dezentraler Bewirtschaftungsmaßnahmen wird auf die Errichtung von zentralen Regenwasseraufbereitungsanlagen nicht zu verzichten sein. Auf Grund zunehmender Flächenkonkurrenz sollten schon jetzt eine langfristige Flächensicherung in Flächennutzungsplänen (FNP) für ohnehin unumgängliche zentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen erfolgen. Entsprechende Konzepte und Standortvorschläge sind im Rahmen einer generellen Planung für die prioritären Gewässer bis zum Jahre 2010 dem für die Wasserwirtschaft zuständigen Mitglied des Senates vorzulegen. Die Umsetzung dieser Maßnahmen hat bis zum Jahre 2021 zu erfolgen.

6.6 Zielstellung und Strategien der Mischwasserbehandlung

6.6.1 Stand und Zielstellung der Mischwasserbehandlung

Zur Reduzierung der erheblichen Gewässerbelastungen durch die Mischwasserüberläufe im Innenstadtbereich wurde in dem Obergutachten des Bundesgesundheitsamtes bereits 1956 die Errichtung von Mischwasserspeicherbecken bzw. Mischwasserklärbecken an den Pumpwerken empfohlen. In diesen Becken erfolgt bei kleineren bis mittleren Regenhöhen eine vollständige Speicherung des nicht förderbaren Mischwassers. Nach Regenende wird der Beckeninhalte vollständig dem Klärwerk zugeführt. Übersteigt der Regenabfluss die Speicherkapazität des Beckens, wird es als Absetzbecken durchströmt. Der Klärbeckenüberlauf fließt dann nach Entfernung eines Teiles von Schwimm- und absetzbaren Stoffen und damit in gewissem Umfang gereinigt in die Gewässer. Auf Grundlage dieser Empfehlung wurde ein Programm zur Errichtung von Speicherbecken an Mischwasserpumpwerken erlassen. Die Umsetzung beschränkte sich auf Grund der politischen Trennung und des beschränkten Geldmittelflusses auf 11 Standorte im Westteil der Stadt.

Die 9 Becken der Tabelle 6.6-1 sind bis 1997 fertig gestellt worden, wobei die laufenden Nummern 1-5 bereits bis 1978 realisiert waren. Das Becken in der Seestraße wurde im Zuge des Neubaus des

lfd.Nr.	Standort	Einleitungsgewässer
1	Pumpwerk Tiergarten, Alt-Moabit	Spree
2	Pumpwerk Wedding, Seestraße	Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal
3	Pumpwerk Wedding, Bellermannstraße	Panke
4	Pumpwerk Tiergarten, Genthiner Straße (am Lützowplatz)	Landwehrkanal
5	Hauptpumpwerk Charlottenburg, Sophie-Charlotte-Straße	Spree
6	Hauptpumpwerk Kreuzberg, Paul-Lincke-Ufer	Landwehrkanal
7	Hauptpumpwerk Kreuzberg, Gitschiner Str.	Landwehrkanal
8	Pumpwerk Kreuzberg, Urbanstraße	Landwehrkanal
9	Pumpwerk Neukölln, Wildenbruchstraße	Neuköllner Schifffahrtskanal

Tabelle 6.6-1 Regenklärbecken im Mischsystem

Anschlusspumpwerkes Wedding (RS IX) abgerissen und wird z.Z. neu errichtet.

Überlagert wurde die Umsetzung des Beckenprogramms von neuen Bemessungskriterien, die sich auf das Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) stützen. In der ersten Fassung des Arbeitsblattes A 128 von 1977 (heute als A 128 alt bezeichnet) wurden „Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regen-

entlastungen in Mischwasserkanälen“ festgelegt. Als wesentlicher Mangel des Arbeitsblattes A 128 von 1977 hat sich das Fehlen von „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ für die prüfbare Anwendung von Schmutzfrachtberechnungen erwiesen. In dem seit 1992 vorliegenden neuen Arbeitsblatt der ATV A 128 sind nunmehr entsprechende Regelungen für die Anwendung des Nachweisverfahrens (u.a. einheitliche Modellparameter) enthalten (Jacobi, pers. Mitt.).

Die Ziele des Arbeitsblattes A 128 beruhen auf einer reinen Emissionsbetrachtung, ohne die jeweilige Gewässersituation zu berücksichtigen. Anhand von Berechnungen muss eine Reduzierung vorrangig der CSB - Jahresfracht durch entsprechende Maßnahmen nachgewiesen werden. Die grundsätzliche Zielsetzung besteht darin, dass aus einem Mischsystem einschließlich des niederschlagsbedingten Kläranlagenablaufes nicht mehr CSB - Fracht pro ha und Jahr in die Gewässer eingetragen werden darf als aus einem fiktiv vorhandenen Trennsystem:

$$Sf_r \geq Sf_k + Sf_e$$

und

$$VQ_r \times c_r \geq VQ_r \times e_0 \times c_e + VQ_r \times (1 - e_0) \times c_k$$

mit

- Sf_r = von der Oberfläche durch Regen abgespülte Fracht in kg
- Sf_k = Jahresschmutzfracht im Regenwasser des Kläranlagenablaufes in kg
- Sf_e = entlastete Jahresschmutzfracht aus Mischwasserüberläufen in kg
- VQ_r = Regenabflusssumme eines mittleren Jahres
- c = Konzentrationen im Kläranlagenablauf (k), Mischüberlauf (e), Regenablauf (r)
- e_0 = Quotient aus der im Jahresmittel entlasteten Mischwassermenge und der Regenabflusssumme

Der in Mischsystemen nicht entlastete Regenwasseranteil wird zu den Klärwerken gefördert und belastet nach Reinigung an der Einleitungsstelle das Oberflächengewässer. Diese niederschlags-

bedingte Fracht aus den Kläranlagen ist in den Gesamtnachweis zu integrieren. Für den Pegel Sophienwerder sind somit die Emissionen aus den Mischwasserüberläufen (ohne Spandau) und Ableitungen von Ruhleben im Regenwetterfall in die Spree als summarische Belastung von Interesse.

Der laut Richtlinie zulässige Entlastungsanteil, der über die jeweiligen Pfade in die Gewässer gelangen darf, hängt von den jeweils örtlichen Gegebenheiten ab.

Die über die Mischwasserüberläufe jährlich zulässige Jahresfracht hängt somit auch entscheidend von der Ableitungsmenge des Regenwassers zur Kläranlage und derer Reinigungsleistung ab.

Eine weitere Verbesserung stellt die Neufassung des A 128 gegenüber der alten Fassung von 1977 dar, da prinzipiell in Abhängigkeit der jeweiligen Gewässersituation von den Mindestanforderungen abgewichen werden kann und weiter gehende Anforderungen entsprechend den immissionsseitigen Anforderungen formuliert werden können. Ein weiter gehendes Bewirtschaftungserfordernis wird dann für erforderlich erachtet, wenn die Immissionsbetrachtungen eine wesentliche Beeinträchtigung der Gewässerbeschaffenheit infolge der Mischwasserüberläufe ergeben. Naturgemäß können diese bundesweit allgemein gültig nicht formuliert werden, sodass die Anforderungen jeweils für die Planungsräume individuell festzulegen sind.

Aus der hohen Sensibilität der Berliner Gewässer kann die allgemeine Forderung nach einer weitestmöglichen Reduzierung der Überlaufhäufigkeiten und Überlaufmengen in wirtschaftlich vertretbarem Rahmen abgeleitet werden. Die Forderung nach einer nahezu hundertprozentigen Entlastung der Gewässer von Mischwasserein-



Abbildung 6.6-1 Maschinenraum des Pumpwerks Seestraße

leitungen ist in mehrfacher Hinsicht unrealistisch und kann nicht Inhalt wasserwirtschaftlicher Forderungen sein. Um z.B. die Mischwasserentlastungsereignisse auf eine Überlaufhäufigkeit von $n = 0,2$ (Überlauf in 5 Jahren einmal) zu reduzieren und weitgehend einer Behandlung zuzuführen (Kläranlagen, Mischwasserreinigungsanlagen o.ä.), wäre zur hydraulischen Dämpfung ein spezifisches Speichervolumen von $500 \text{ m}^3/\text{ha A}_{\text{red}}$ erforderlich. Allein für das Einzugsgebiet des Landwehrkanals würde das ein Gesamtspeichervolumen von 550.000 m^3 (!) erfordern (siehe auch JACOBI, 1993).

Im Rahmen des Nachweisverfahrens von Sanierungsmaßnahmen in Berlin gelten folgende Zielsetzungen in den Mischsystemen:

- Entlastungsrate für Q: maximal 25 % des Jahresregenabflusses
- Entlastungsrate für Fracht an BSB₅, CSB, AFS: maximal 20 % der Gesamtfracht des Jahresregenabflusses

In den Sanierungsbescheid für das Berliner Mischsystem von Juni 1998 sind diese Ziele festgeschrieben worden.

Die zulässige Entlastungsfracht gilt als eingehalten, wenn entsprechendes Speichervolumen im Kanalnetz nachgewiesen wird. Es ist im Durchschnitt ein flächenspezifisches Speichervolumen von 20 bis $30 \text{ m}^3/\text{ha A}_{\text{red}}$ erforderlich. Durch die ATV wird als Obergrenze für zu errichtende Speichervolumina $40 \text{ m}^3/\text{ha A}_{\text{red}}$ angesehen.

Die Ermittlung der Sanierungsanforderungen entsprechend dem Arbeitsblatt A 128 erfolgt im Rahmen einer Kanal- und Schmutzfrachtberechnung seit 1987 mit Hilfe hydrodynamischer Kanalnetz-berechnungen im Auftrag der BWB, getrennt für jedes Pumpwerkeinzugsgebiet.

Der gesamte Planungsprozess sowie die Umsetzung der Sanierung des Berliner Mischsystems ist gegliedert in mehrere Teilschritte.

Pumpwerkeinzugsgebiet	Digitalisierung	Hydraulische Berechnung Istzustand	Schmutzfrachtberechnung Istzustand	Schmutzfrachtberechnung San.-Zustand
APW Kreuzberg-RS I Paul-Linke-Ufer	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Ende 2001
HPW Kreuzberg-RS II Gitschiner Straße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Ende 2001
APW Kreuzberg-RS III Schöneberger Straße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Mitte RS IV Scharnhorststraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
HPW Friedrichshain RS V Holzmarktstraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Tiergarten RS VII Gentiner Straße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Tiergarten RS VIII Alt-Moabit	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Wedding RS IX Seestraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Wedding RS X Bellermannstraße	vorhanden	Mitte 2002	Mitte 2002	Ende 2002
APW Prenzlauer Berg RS XI Friedländer Straße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Friedrichshain RS XII Rudolfstraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Neukölln I Wildenbruchstraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Neukölln II Dammweg	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Ende 2001
HPW Charlottenburg I Sophie-Charlotten-Straße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Charlottenburg III Nonnendamm	vorhanden	Mitte 2002	Mitte 2002	Ende 2002
HPW Wilmersdorf Hohenzollerndamm	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
HPW Spandau I Betckestraße	vorhanden	vorhanden	vorhanden	vorhanden
APW Ruhleben Freiheit	vorhanden	vorhanden	vorhanden	Ende 2001

Tabelle 6.6-2 Stand der digitalen Erfassung und der Kanal- und Schmutzfrachtberechnungen für das Berliner Mischsystem (BWB, 2001)



Abbildung 6.6-2 Mischwasserkanal Hohenstaufenstraße

Planungsschritte:

1. flächendeckende Digitalisierung des Kanalnetzes,
2. flächendeckende hydrodynamische Kanalnetzberechnung für den Istzustand,
3. flächendeckende Schmutzfrachtberechnung für den Istzustand,
4. flächendeckende hydrodynamische Kanalnetzberechnung für den Sanierungszustand,
5. flächendeckende Schmutzfrachtberechnung für den Sanierungszustand.

Bis zum Jahr 2002 ist der gesamte Planungsprozess für alle 12 Einzugsgebiete abzuschließen. Der in der wasserbehördlichen Erlaubnis fixierte Umsetzungszeitraum für die Maßnahmen erstreckt sich spätestens bis zum Jahre 2020, wobei an prioritären Sanierungsschwerpunkten die Umsetzung bis 2005 zu erfolgen hat.

Den derzeitigen Stand der Beauftragung und Abarbeitung der Berechnungen für den Istzustand und für den Sanierungsstand dokumentiert die Tabelle 6.6-2.

6.6.2 Formen nachhaltiger Mischwasserbehandlung

6.6.2.1 Stauraumbewirtschaftung

Großräumige Bewirtschaftungsvarianten der Radialnetze sind für Berlin nur begrenzt realisierbar, da die einzelnen Pumpwerkseinzugsgebiete nicht oder nur geringfügig miteinander vermascht sind (Radialsysteme). Eine flexible Förderung von Mischwasser aus hydraulisch belasteten Einzugsgebieten in Einzugsgebiete mit geringerer Regenbeaufschlagung zur Ausnutzung noch freier Speicherräume ist mit den vorhandenen Strukturen nicht zu realisieren. Die Bewirtschaftung muss sich auf die einzelnen Netze bzw. auf die

optimale Förderfähigkeit der Pumpwerke in Abhängigkeit der Förder- und Klärwerkskapazitäten konzentrieren. Hierzu sollten in Zukunft moderne Steuerungssysteme erprobt und eingesetzt werden.

Das größte Entlastungspotenzial für die Oberflächengewässer liegt daher generell in einer optimalen Bewirtschaftung der einzelnen Radialnetze mit ihren zum Teil enormen Stauräumen. Eine relativ neue Form der Zwischenspeicherung und Abflussdrosselung von Mischwasser stellt die Stauraumkanalbewirtschaftung mittels moderner Steuerungssysteme dar. Die Ausnutzung großer Querschnitte der Mischwasserkanäle und Regenüberlaufkanäle ist eine wirtschaftliche Alternative gegenüber der Errichtung der kostenintensiven Mischwasserspeicherbecken nach herkömmlicher Art. Mit Hilfe ferngesteuerter verstellbarer Wehrplatten wird im Regenfall das Mischwasser im bestehenden Kanal aufgestaut. Der erstmalige Einbau einer derartigen Wehrklappe in einen Hauptsammler im Einzugsgebiet des Pumpwerkes Wedding (RS IX) in 1996 ermöglichte die Bewirtschaftung von 7.500 m³ Stauraum. Durch die Berliner Wasserbetriebe sind seitdem weitere Stauraumkanalbewirtschaftungen realisiert worden (u.a. Ebertstraße) bzw. sind in Planung (u.a. Straße der Pariser Kommunen). Inwieweit die Einbeziehung anderer moderner Steuerungs- und Prognosesysteme (Regenradar, neuronale Netze) eine weitere Verbesserung der Netzbewirtschaftung ermöglichen kann, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen bei den BWB.

6.6.2.2 Abkopplung befestigter und angeschlossener Flächen

Im Arbeitsblatt A 128 (1992) wird vor dem Hintergrund der hohen Investitionen, die für die Errichtung von Regenbecken erforderlich sind, erstmalig die Empfehlung ausgesprochen, den Maßnahmen zur Ursachenverminderung konsequent den Vorrang gegenüber Maßnahmen zur Wirkungsverminderung zu geben.

Die Abkopplung befestigter Flächen vom bestehenden Mischnetz stellt ein zentrales Mittel der Ursachenverminderung dar. Die hydraulische, stoffliche und finanzielle Wirksamkeit von Flächenabkopplungen kann derzeit für Berlin noch nicht abschließend bewertet werden, da auf derartige Maßnahmen bezogene Kanal- und Schmutzfrachtberechnungen noch nicht durchgeführt werden konnten. Untersuchungen in anderen Gebieten lassen aber positive Effekte selbst bei geringen Abkopplungsflächenanteilen erwarten. So zeigen Untersuchungen eines Mischentwässerungsgebietes im Südosten Dortmunds, welche stofflichen und hydraulischen Auswirkungen mit verschiedenen Entkopplungsszenarien zu erzielen sind. Für ein größeres Gebiet wurden die Abhängigkeiten von verschiedenen zugrundegelegten Speichervolumina, Mischwasserüberlaufmengen und prozentualen Abkopplungsvarianten ermittelt (STAACK, 1996). Die Berechnungen des Sanierungszustandes nach ATV 128 ergaben ein erforderliches Speichervolumen von 2.000 m³ zur Einhaltung der erforderlichen CSB-Jahresfracht. Durch das Speichervolumen wird eine Reduzierung der Überlaufmengen von ca. 20 % erreicht. Im Sanierungszustand verringern sich die Überlaufmengen bereits bei einer Flächenabkopplung von 33 % um weitere ca. 50 %. Interessanterweise zeigen die modellhaften Untersuchungen auch, dass der geringere Regenwetteranteil am Mischwasser bei Entkopplung nicht zu einer signifikanten Konzentrationserhöhung für CSB im Überlaufwasser führt. Die Ursache liegt darin begründet, dass sich die mittlere Konzentration für die Überlaufereignisse als Quotient von Entlastungsfracht und Überlaufmengen ergibt und die Schmutzfrachtreduzierung systembedingt proportional höher ist als die Überlaufmengenreduzierung.

Vom Prinzip her gelten für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in den Einzugsgebieten der Mischsysteme die gleichen Grundsätze wie für die Trennentwässerungsgebiete (siehe Kapitel 6.5). Der außerordentlich hohe Anteil an Dach- und Hofflächen in der Innenstadt bildet eine gute Voraussetzung, im Rahmen eines langfristig strukturierten Programms den Anteil an abflusswirksamer Fläche entlastungsrelevant zu reduzieren. Die Bedingungen in den typischen Berliner Innenhöfen (Gründerzeitbebauung) lassen theoretisch bei einem minimalen Aufwand eine Versickerung der Dachablaufwässer oder Speicherung in Zisternen zu, wobei diese Annahme noch durch vertiefte Untersuchungen der tatsächlichen Randbedingungen (Akzeptanz, Platzangebot, Bodenstruktur) zu verifizieren ist.

Eine Drosselung des Ablaufes von den Dächern durch eine Dachbegrünung ist zudem aus stadtklimatischen Gründen vorteilhaft.

6.6.2.3 Weitere technische Maßnahmen zur Mischwasserbehandlung

Neben dem Schaffen von Stauraum durch Becken oder durch Aktivieren im Kanal sollten im Rahmen eines Gesamtkonzeptes für die Mischwassergebiete Berlins auch unter Einbeziehung der Klärwerkstandorte kurz- bis mittelfristig weitere Bewirtschaftungsvarianten untersucht bzw. gefordert werden:

- Modifizieren des Mischsystems in hydraulisch hoch belasteten Bereichen,
- Minimieren zusätzlicher hydraulischer Belastungen der Mischkanäle infolge Ableitung unbelasteter Sumpfungswässer bei Grundwasserabsenkungsmaßnahmen,
- Indirekteinleiter, die in das Mischsystem einleiten, vorrangig sanieren,
- Erhöhung der Effektivität von Regenklärbecken durch verfahrenstechnische Optimierungen,
- Aufleiten von Mischwasser auf gedichtete Bodenfilterbecken (u.a. Tiergarten, Flugplatz Tempelhof, Rieselfeld Karolinenhöhe),
- Schaffen von Voraussetzungen zur Erhöhung der Förderleistung von Mischwasser zu den Klärwerken (u.a. Kapazität der Pumpwerke und Druckrohrleitungen erhöhen, Erhöhung der Reinigungsleistung der Kläranlagen im Regenwetterfall).

6.7 Mittelbedarf für Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge in die Oberflächengewässer aus den Trenn- und Mischsystemen

Das Maßnahmenprogramm des Abwasserbeseitigungsplanes ist im Rahmen eines langfristig angelegten und mit Brandenburg zu synchronisierenden Konzeptes zur Nähr- und Schadstoffeintragsreduzierung im gesamten Spree-Havel-Gebiet bis zum Jahre 2021 umzusetzen. Innerhalb Berlins besteht die Forderung nach einer weiteren Reduzierung der Nährstoffeinträge u.a. durch die Berliner Kläranlagen (4. Reinigungsstufe). Dieses Forderungssegment ist vollständig kurzfristig nicht umsetzbar, da sich eine im Verhältnis zum Kostenaufwand adäquate Wirkung im Berliner Spree-Havel-Raum

wegen der hohen Vorbelastung aus Brandenburg nicht einstellen würde. Die Umsetzung vorgezogener Maßnahmen im Ablauf der Kläranlagen Ruhleben und Münchehofe zur lokalen Entlastung von Gewässerstrecken ist bisher Gegenstand einer Prüfphase bis 2005. Finanzielle Auswirkungen (Erhöhung des Schmutzwasserentgeltes) treten nicht vor 2007 ein. Das Kapitel 6.2 gibt den Kenntnisstand über erforderliche Schmutzwasserentgelterhöhungen wieder, die im Zuge der Einführung einer vierten Reinigungsstufe erforderlich wären.

Arbeitsschwerpunkt der nächsten Jahre innerhalb Berlins ist die sukzessive Reduzierung der Stoffeinträge aus den Trenn- und Misch-

systemen. Zur Erfassung des Handlungsbedarfes wurde in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben ein Sanierungskatalog von Maßnahmen im Trenn- und Mischsystem erarbeitet. Die Umsetzung der Maßnahmen wird sich aus finanziellen und fachlichen Gründen über einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren erstrecken. Der Gesamt-mittelbedarf wird derzeit auf 375 Millionen DM (€ 192 Millionen) geschätzt, davon 315 Millionen DM (€ 161 Millionen) aus Landesmitteln und 60 Millionen DM (€ 31 Millionen) aus dem Entwässerungsentgelt der BWB.

Die vorrangige Zielstellung des Abwasserbeseitigungsplanes besteht darin, den jetzigen Stand der Abwassersammlung, -förderung und -aufbereitung in seiner Grundstruktur aufzuzeigen sowie die damit in Verbindung stehenden Beeinträchtigungen der Qualität des Oberflächenwassers zu dokumentieren. Es werden die vielfältigen Zusammenhänge von Abwassereinleitungen und Schadensbilder beschrieben und aus dieser kausalen Beziehung heraus Zielstellungen für Verbesserungen im Grund- und Oberflächenwasserschutz abgeleitet. Der formulierte Anspruch, die Planungsaussagen im Rahmen einer Kopplung von Emissions- und Immissionsbetrachtungen vorzunehmen, war nur in dem Maße möglich, wie die vorhandene Datenlage zu Emissionswerten und Immissionszielen eine fachliche Ableitung derartiger Zusammenhänge ermöglichte. In einigen Bereichen, wie etwa der Bilanzierung der eutrophierungsrelevanten Eintragspfade nach Herkunftsbereichen und Frachten im Gewässer war die Erarbeitung eines dem jetzigen Kenntnisstand entsprechenden Sanierungsszenarios zum Erreichen der anzustrebenden Wasserqualitätskriterien möglich.

Hauptanliegen des vorliegenden Abwasserbeseitigungsplanes ist es daher, so weit wie möglich pauschale Forderungen nach Emissionsreduktionen zu vermeiden und Maßnahmen, die generell mit hohen Investitionen verbunden sind, einem Effizienz- bzw. Wirkungsnachweis zu unterziehen. Hinter dieser Strategie verbirgt sich, den pragmatisch-präventiven Gewässer- und Grundwasserschutz (Emissionsprinzip) durch immissionsorientierte Instrumentarien zu ergänzen und zu effektivieren (Immissionsprinzip).

Die Umsetzung dieses Anspruches wird nur so weit realisierbar sein, wie es gelingt, die Notwendigkeit des nachhaltigen Gewässerschutzes allen Beteiligten verständlich zu vermitteln. Auch zeigt die Erarbeitung des Entwurfes des Abwasserbeseitigungsplanes, dass derartige komplexe Planungsprozesse nur im Rahmen einer interdisziplinären fachübergreifenden Zusammenarbeit zwischen Behörden, den Berliner Wasserbetrieben und Forschungseinrichtungen möglich sind. Es sollte von daher nicht verwundern, dass einige im Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung stehenden Problemfelder bisher noch nicht thematisiert wurden. Insbesondere die organische Belastung des Abwassers mit Problemstoffen zeigt die Schwierigkeit auf, bei unzureichender Kenntnis der Zusammenhänge von Expositionsbefunden und Wirkungsbeschreibungen entsprechende Immissionsziele oder sogar Emissionsziele abzuleiten. Hier gilt es durch die Weiterentwicklung der Monitoringprogramme im

Oberflächenwasser und Grundwasser regionalspezifische Problemstoffe zu identifizieren, das Gefährdungspotential dieser Stoffe einzuschätzen (u.a. Uferfiltrationsgängigkeit, ökologische Relevanz) und herkunftsspezifische Entlastungsmaßnahmen gegebenenfalls zu entwickeln.

Der Abwasserbeseitigungsplan ist von daher nicht als statische Planungsaussage zu werten, sondern bedarf im Zuge des Erkenntnisfortschritts in regelmäßigen Abständen einer Fortschreibung. Ziel der Fortschreibung muss es sein, einerseits eine hohe Planungssicherheit für alle Beteiligte zu bewahren, andererseits aber frühzeitig neue Erkenntnisse aufzunehmen..

Zur Verbesserung der ökologischen Bedingungen im Spree-Havel-Raum bedarf es einer deutlichen Minimierung der Nährstoffeinträge im gesamten Einzugsgebiet. Die angestrebte Zielstellung eines schwach eutrophen Status berücksichtigt die naturräumliche Situation und die praktische Umsetzbarkeit. Das Erreichen der Güteklasse II in Berlin ist jedoch an verschiedene Randbedingungen geknüpft. Eine wesentliche Randbedingung ist die Entwicklung eines einheitlichen synchronisierten Konzeptes mit Brandenburg zur Reduzierung der Nährstoffeinträge im gesamten Spree-Havel-Einzugsgebiet. Dieser Ansatz entspricht dem Grundanliegen der erlassenen Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, die den Schwerpunkt auf die Verbesserung der Biozöosen in den Gewässern legt. Neben hydro-morphologischen Maßnahmen ist die Senkung des Trophiegrades ein wesentliches Stellrad zur Erreichung der „Guten ökologischen Qualität“ gemäß Wasserrahmenrichtlinie in der Unteren Spree und in der Havel.

Die Umsetzung eines Maßnahmenprogrammes für das Spree-Havel-System wird einen Zeitraum von 15 bis 20 Jahren einnehmen; das Programm wird gemäß der Zielstellung und Handlungsstrategien der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union auf der Grundlage eines Flussgebietsplanes umzusetzen sein und als Bestandteil der Maßnahmen zur Entlastung der Elbe einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in die Nordsee leisten. Innerhalb Berlins ist der Schwerpunkt der nächsten zehn Jahre, die diffusen städtischen Einträge aus der Misch- und Trennkanalisation deutlich zu minimieren. Die Schaffung lokaler Entlastungsstrecken innerhalb Berlins durch weiter gehende Maßnahmen im Ablauf der Kläranlagen Münchehofe und Ruhleben sind Gegenstand eines Prüfungsauftrages an die Berliner Wasserbetriebe.