

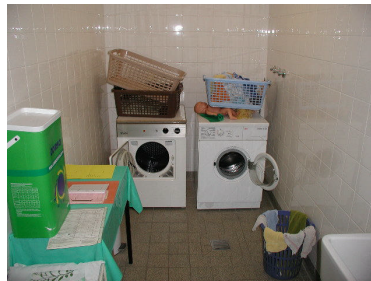
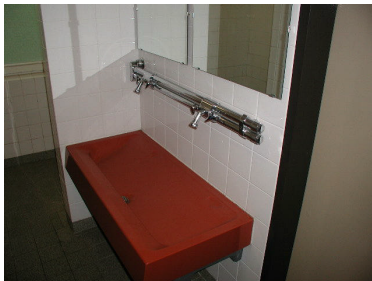


Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung
Planen, Bauen, Wohnen,
Umwelt, Verkehr



Maßnahmenkatalog Reduzierung der Wasserkosten im öffentlichen Bereich

Kurzfassung



Auftraggeber: Bezirksamt-Mitte von Berlin

Förderung: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
Fachbereich Ökologischer Städtebau

Bearbeitung: [Nolde & Partner](#)
Technologieberatung für innovative Wasserkonzepte

Berlin, Januar 2002

Projektbeteiligte

Für den Auftraggeber:

Herr Jürgen Leithaus
Bezirksamt Mitte - Fachbereich Energiemanagement
13344 Berlin
Müllerstr. 146-147
Tel.: 4575- 4722

Für den Fördermittelgeber:

Frau Brigitte Reichmann
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung -Fachbereich Ökologischer Städtebau
Fehrbelliner Platz 2
10707 Berlin
Tel.: 9012-4561
e-mail: brigitte.reichmann@senstadt.verwalt-berlin.de

Für den Auftragnehmer:

Herr Bent Vansbotter und Herr Erwin Nolde
[Nolde & Partner](#)- Technologieberatung für innovative Wasserkonzepte
c/o TU-Berlin, Amrumerstr. 32
13353 Berlin
Tel. und FAX: 314-27570
e-mail: mail@nolde-partner.de

Inhaltsverzeichnis

A Einleitung/ Problemstellung / Zielsetzung	4
B Kurzdarstellung der Ergebnisse	6
1 Entwicklung des Wasserverbrauchs der Jahre 1998 bis 2000	6
2 Auswirkungen des gesplitteten Abwassertarifs	7
C Reduzierung der Wasserkosten	10
1 Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts	11
1.1 Überprüfung, Erfassung und Korrektur der entgeltrelevanten Flächen	11
1.2 Entsiegelungsmaßnahmen	12
1.3 Dezentrale Rückhaltung/ Versickerung	14
1.4 Regenwassernutzung in Kombination mit einer Versickerung	17
1.5 Verdunstung/ Dachbegrünung	18
2 Maßnahmen zur Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs	19
2.1 Wasserzählerstände protokollieren und auswerten	19
2.2 Kontrolle auf Leckagen und Undichtigkeiten	20
2.3 Sprengwasser	20
2.4 Durchflussbegrenzung an Armaturen	21
2.5 Kontrolle der Verbrauchsstellen	21
2.6 Einsatz von Betriebs- und Regenwassernutzung	22
2.7 Wassersparstandards bei Ausschreibungen festsetzen	23
D Strategien zur Reduzierung der Wasserkosten	25
1 Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts	26
2 Reduzierung der verbrauchsabhängigen Wasserkosten	27
3 Maßnahmen bei Neuanschaffungen Neubauvorhaben oder anstehenden Sanierungsvorhaben	29
E Literatur	30
F Anhang und Anlagen	32

A Einleitung/ Problemstellung / Zielsetzung

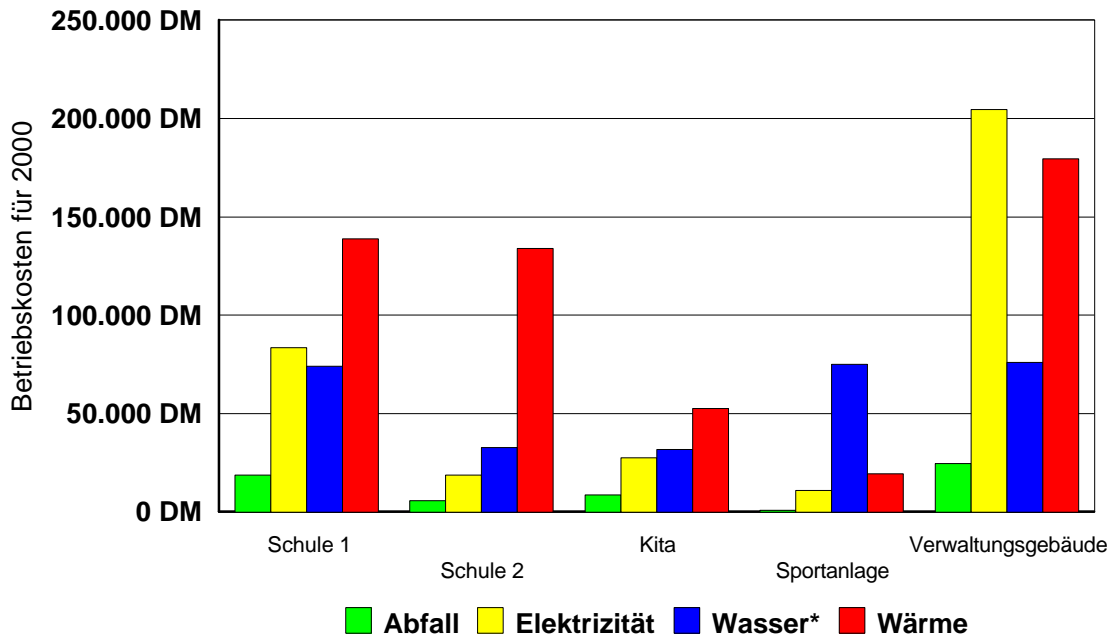
Im Herbst 2000 beauftragte das damalige Bezirksamt Wedding das Ingenieurbüro Nolde & Partner mit der Ausarbeitung eines Maßnahmenkatalogs zur Reduzierung der Wasserkosten im öffentlichen Bereich. Dieser Katalog wurde aufgrund der bezirksübergreifenden Bedeutung des Themas von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung - Fachbereich Ökologischer Städtebau - finanziert.

In der hier vorliegenden Studie wurden die Wasserverbräuche von über 100 bezirklich verwalteten Liegenschaften der Berliner Ortsteile Wedding und Gesundbrunnen im Bezirk Mitte ausgewertet und untereinander verglichen. Gleichzeitig wurde die Kostenentwicklung im Hinblick auf das seit dem 1. Januar 2000 eingeführte Niederschlagswasserentgelt für die einzelnen Liegenschaften ausgearbeitet und signifikante Kostenschwerpunkte benannt.

Öffentliche Liegenschaften gehören, aufgrund ihres relativ niedrigen Wasserverbrauchs bei einem vergleichsweise hohen Anteil an versiegelter Fläche, oft zu den Verlierern eines gesplitteten Abwassertarifs. Daher galt es zu ermitteln, welche und in welchem Maße bezirkliche Liegenschaften von dieser Umstellung besonders betroffen sind sowie Maßnahmen vorzuschlagen, die geeignet sind, den entstehenden Mehrkosten entgegenzuwirken.

Der Anteil der Wasserkosten an den gesamten Betriebskosten einer Liegenschaft ist nicht zu vernachlässigen. Die Kosten für die Wasserver- und entsorgung liegen im Vergleich zu denen der Bereiche Wärmeversorgung, Elektrizität und Abfallentsorgung oft an zweiter mindestens aber an dritter Stelle.

In der folgenden Grafik sind die Höhe der Betriebskosten für fünf im Rahmen dieser Studie näher untersuchte Liegenschaften exemplarisch dargestellt.



**Abb. A-1: Vergleich von Betriebskosten für sechs Liegenschaften im Jahr 2000;
*Wasserkosten inklusive Niederschlagswasserentgelt**

Der Anteil der Wasserkosten an den gesamten Betriebskosten dieser sechs Liegenschaften liegt zwischen 16% (Verwaltungsgebäude) und 71% (Sportanlage). Die Betriebskosten für Wasser (Trinkwasser, Abwasser, Niederschlagswasser) bewegen sich in einer Höhe, die eine nähere Betrachtung rechtfertigen und die Ausarbeitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserkosten lohnend erscheinen lassen.

Die hier unterbreiteten Vorschläge sollen den Entscheidungsträgern dabei helfen, zukünftig Maßnahmen zur Kostenreduzierung im Bereich Wasser gezielt und effektiv durchführen zu können.

B Kurzdarstellung der Ergebnisse

1 Entwicklung des Wasserverbrauchs der Jahre 1998 bis 2000

Für 102 der 113 untersuchten Liegenschaften lagen Wasserrechnungen für drei Abrechnungszeiträume vor. Der ermittelte positive Trend zu niedrigeren Verbrauchswerten von 1998 zu 1999 konnte im darauf folgenden Jahr 2000 nicht fortgesetzt werden.

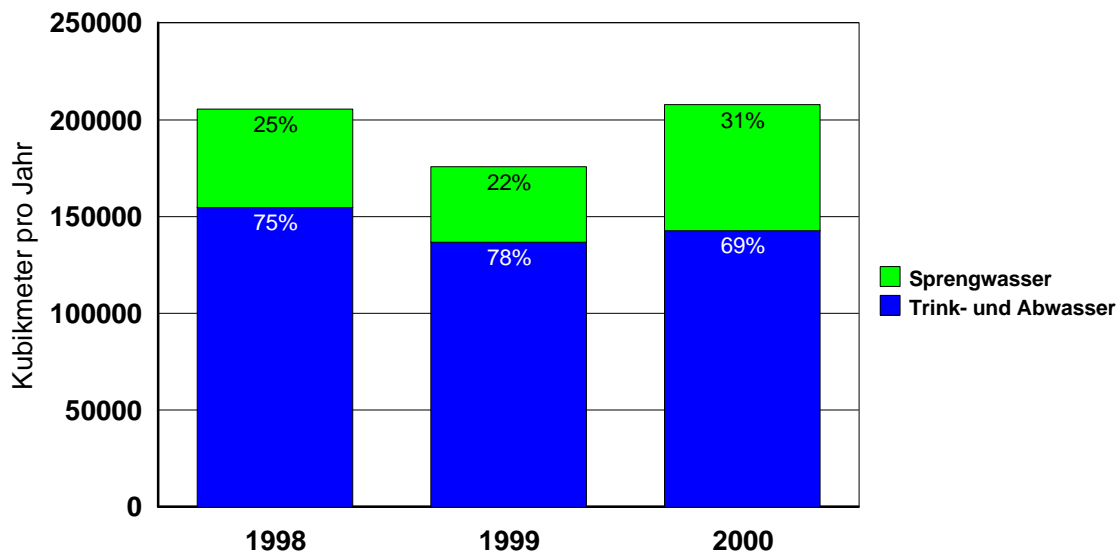


Abb. B-1: Wasserverbrauchsentwicklung und anteilige Verbräuche von 1998 bis 2000 für öffentlich verwaltete Liegenschaften des Bezirksamts Mitte, Ortsteile Wedding und Gesundbrunnen (Basis: 102 Liegenschaften)

Der Gesamtwasserverbrauch, der sich aus den Trinkwasser- und Sprengwassermengen ergibt, unterscheidet sich für das Abrechnungsjahr 2000 nur sehr unwesentlich von den Verbrauchszahlen des Jahres 1998. Im Abrechnungsjahr 1999 waren sowohl der Trink- als auch der Sprengwasserverbrauch deutlich niedriger als im Vorjahr. Wobei die geringere Sprengwassermenge den entscheidenden Anteil hatte. Die Ursachen für die veränderten Verbrauchswerte lassen sich aus den vorliegenden Daten nicht exakt benennen.

Nachdem von 1998 zu 1999 eine Reduktion um 11,5% zu verzeichnen ist, steigt der Trinkwasserbedarf und Abwasseranfall von 1999 auf 2000 wieder um 4,3% an. Der Sprengwasseranteil war 2000 mit fast 65.000 m³ signifikant höher als im Vorjahr (39.000 m³) und lag gleichzeitig um rund 15.000 m³ über den Mengen von 1998 (50.000 m³).

2 Auswirkungen des gesplitteten Abwassertarifs

Obwohl das Niederschlagswasserentgelt bereits seit dem 01.01.2000 erhoben wird, lagen zum Zeitpunkt der Auswertung für 20 der 102 untersuchten Liegenschaften noch keine Bescheide bzw. Flächenerfassungen vor. Auch waren einige der bereits erfolgten Erfassungen in ihrer formalen Zuordnung zu den jeweiligen Liegenschaften fehlerhaft und wurden an die BWB zurückgegeben.

Aus diesen zurückgewiesenen Erfassungen konnten einige der benötigten Flächenangaben dennoch herausgerechnet und den jeweiligen Liegenschaften zugeordnet werden. Aufgrund der großen Anzahl an noch nicht endgültig festgelegten Bescheiden sollte das Niederschlagswasserentgelt im folgenden korrekter als ein "zu erwartendes Entgelt" bezeichnet werden.

Durch die noch fehlenden oder fehlerhaften Bescheide ist mit nicht unerheblichen Nachzahlungen für den Zeitraum ab Januar 2000 bis zum heutigen Datum für einige der bezirklich verwalteten Liegenschaften zu rechnen.

Die 82 Liegenschaften teilen sich wie folgt auf:

	Schulen	Kitas	Sportstätten	Grünflächen amt	Verwaltung und sonstige
Anzahl	24	24	7	2	25
Entgeltpflich- tige Flächen	167.014 m ²	29.166 m ²	33.645 m ²	3.545 m ²	42.728 m ²

In der folgenden Tabelle ist die Kostenentwicklung für die 82 Liegenschaften dargestellt, für die bereits eine Erfassung der entgeltrelevanten Flächen erfolgte. Der Rechnung sind die Verbrauchswerte der Jahre 1999 und 2000 zu Grunde gelegt. Dabei werden die Wasserkosten für 1999 (Trinkwasser, inklusive Sprengwasser sowie Abwasser) der Summe aus den Wasserkosten für 2000 zuzüglich des zu erwartenden Niederschlagswasserentgelts für 2000 gegenübergestellt.

Tabelle B-1: Wasserkosten vor und nach Einführung des gesplitteten Abwassertarifs, Beispiel öffentliche Einrichtungen Ortsteile Wedding und Gesundbrunnen (Basis: 82 Liegenschaften)

	1999	2000	Differenz
Trinkwasser 1999 und 2000: 3,69 DM/ m ³	448.682 DM	481.593 DM	32.911 DM
Abwasser 1999: 4,85 DM/ m ³ 2000: 3,86 DM/ m ³	589.731 DM	503.780 DM	-85.951 DM
Sprengwasser 1999 und 2000: 3,69 DM/ m ³	117.069 DM	179.910 DM	62.841 DM
Niederschlagswasserentgelt 2000: 2,44 DM/ m ²	0 DM	673.333 DM	673.333 DM
Summen	1.155.482 DM	1.838.615 DM	683.134 DM

Die Summe aus Trink-, Ab- und Sprengwasser war in beiden Jahren für die 82 zu Grunde gelegten Liegenschaften nahezu konstant. Die Verringerung des Schmutzwasserentgelts um 0,99 DM/ m³ wurde durch den Mehrverbrauch von 7,3 % (Trinkwasser, inklusive Sprengwasser) wieder kompensiert. Das Niederschlagswasserentgelt machte 2000 über 36% der Gesamtwasserkosten aus.

Zur Verdeutlichung der Auswirkungen, die allein auf die Einführung des Niederschlagswasserentgelts zurückzuführen sind, werden in der folgenden Grafik - auf Basis der Verbrauchswerte des Jahres 2000 - die theoretischen Kosten für 1999 (ohne Niederschlagswasserentgelt; Abwasser: 4,85 DM/ m³) den tatsächlichen Kosten mit den Tarifen für 2000 (mit Niederschlagswasserentgelt: 2,44 DM/ m²; Abwasser 3,86 DM/ m³) gegenübergestellt.

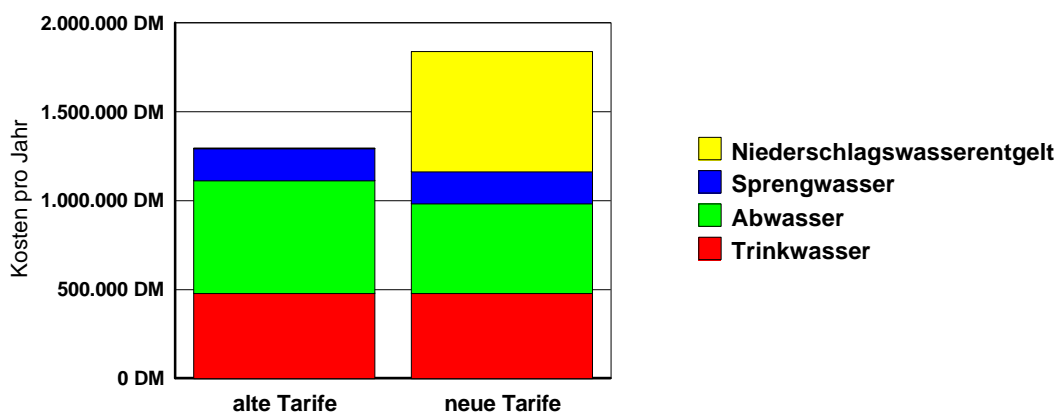


Abb. B-2: Wasserkosten vor und nach Einführung des gesplitteten Abwassertarifs, Beispiel öffentliche Einrichtungen Ortsteile Wedding und Gesundbrunnen, (Basis: 82 Liegenschaften, Verbrauchswerte von 2000)

Für die der Rechnung zu Grunde liegenden 82 Liegenschaften ergeben sich Mehrkosten von insgesamt 544.000 DM. Den Einsparungen in Höhe von 129.000 DM durch den gesenkten Abwassertarif um 0,99 DM/ m³ stehen Mehrkosten aufgrund des eingeführten Niederschlagswasserentgelts in Höhe von über 633.000 DM gegenüber. Die Regenwasserentsorgung macht damit über ein Drittel der zukünftigen Gesamtkosten im Bereich Wasser aus, wobei die 20 noch ausstehenden Liegenschaften noch nicht mitgerechnet werden konnten.

In der folgenden Abbildung wird deutlich, welche Art von Liegenschaften von der Einführung des Niederschlagswasserentgelts am stärksten betroffen sind. Demnach kommen auf Schulen, aber auch auf flächenmäßig große Kindertagesstätten, Sportanlagen und Verwaltungseinrichtungen zukünftig höhere Kosten zu. Die Liegenschaften des Grünflächenamtes sind dagegen weniger stark betroffen.

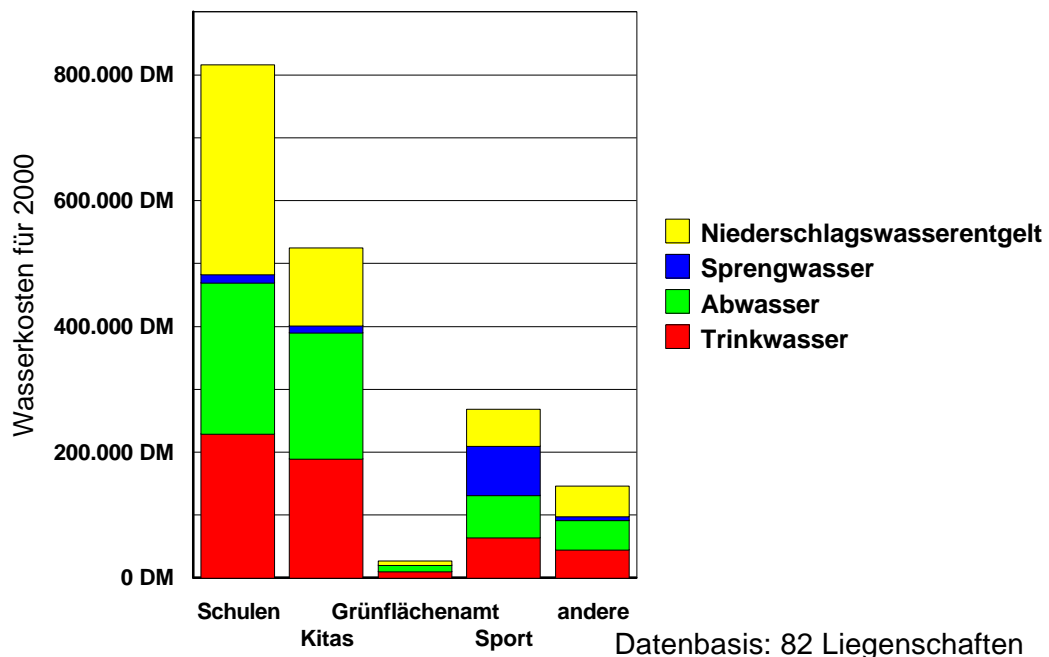


Abb. B-3: Nach Einrichtungen differenzierte Wasserkosten der Liegenschaften nach Einführung des gesplitteten Abwassertarifs, Öffentliche Liegenschaften

C Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserkosten

Es erfolgt eine Unterteilung in mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts und in Einsparungen, die durch einen verringerten Trinkwasserverbrauch erzielt werden können.

1 Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts:

- Überprüfung, exakte Erfassung der kostenrelevanten Flächen, ggf. Korrektur der Flächenerhebung (Datenblatt der Berliner Wasserbetriebe, BWB)
- Entsiegelungsmaßnahmen
- Dezentrale Rückhaltung/ Versickerung
- Regenwassernutzung, auch in Kombination mit einer Versickerung
- Verdunstung/ Dachbegrünung

2 Maßnahmen zur Reduzierung der trinkwasserverbrauchsabhängigen Kosten¹:

- Nutzerinformation/ Schulung des Personals
- Wasserzählerstände protokollieren und auswerten
- Kontrolle auf Leckagen
- Sprengwasser getrennt erfassen
- Durchflussbegrenzung an Armaturen
- Kontrolle der Verbrauchsstellen
- Wassersparstandards bei Ausschreibungen (Sanierungen, Neubauvorhaben) festsetzen
- Einsatz von Betriebswasser² (mögliche Quellen: Regenwasser, Grauwasser³)

Bei der Vorstellung der Maßnahmen werden im Text die zu beachtenden rechtlichen und technischen Regeln und in den anschließenden Tabellen eine Preisspanne für die zu erwartenden Investitionskosten genannt und aufgeführt.

¹ Die Empfehlungen erfolgen z.T. in Anlehnung an die der Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der ARGEBAU [ARGEBAU 1996], auch [SenBauWohn 1995a], [Wetzlar 1998] und [Hamburg 2001]

Definitionen der Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung, fbr e.V., Darmstadt:

² **Betriebswasser** ist ein hygienisch unbedenkliches Wasser, das im Haushalt und Gewerbe dem Betrieb von wasserverbrauchenden Einrichtungen dient, die nicht zwingend ein Wasser mit Trinkwasserqualität benötigen.

³ **Grauwasser** ist ein Teil des häuslichen Schmutzwassers, das frei von Fäkalien und hochbelastetem Küchenabwasser ist. Es ist der Abfluss von Bade- und Duschwanne, ggf. unter Einbezug von Waschtisch und Waschmaschine.

1 Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts

Die in Berlin möglichen Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts werden in § 14 b der Allgemeinen Bedingungen für die Entwässerung in Berlin (ABE), veröffentlicht im Amtsblatt Nr. 67 vom 30.12.1999 [ABE 1999], genannt.

Das Entgelt wird nach der bebauten und befestigten (versiegelten) Fläche bemessen, von der aus Niederschlagswasser in das Kanalnetz gelangt. Jeder Quadratmeter [m²] ist eine Berechnungseinheit. Für nicht an den Kanal angeschlossene versiegelte Flächen wird kein Entgelt erhoben.

Am einfachsten ist eine Abkopplung von der Kanalisation überall dort, wo ein Gebiet neu erschlossen wird und/oder noch kein Kanalanschluss besteht.

In der ABE vom 30.12.1999 wird im § 14 b Absatz 2 ausgeführt, dass Flächen, die keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den Abfluss des Niederschlagswassers haben, nicht oder nur anteilig bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung angesetzt werden. Dabei werden "Flächen mit Rasengittersteinen oder speziellen Verlegearten (z.B. Splittfugenpflaster, Porenpflaster, Kies- und Splittdecken, Schotterrasen)", die das Versickern von Niederschlagswasser vollständig sicherstellen, nicht in die Berechnung miteinbezogen. Begrünte Dachflächen werden mit 50% der jeweiligen Fläche bei der Berechnung des Entgelts angesetzt. Gleiches gilt für so genannte Nassdächer.

Auf Antrag des Kunden ergibt sich eine 50%-ige Reduzierung des Entgelts, wenn das Niederschlagswasser über ein nach dem ATV-Arbeitsblatt 138 [ATV A138] ausgeführtes Mulden-Rigolen-System mit gedrosselter Ableitung in den Kanal abgeführt wird. Für andere Systeme (z.B. Regenwassernutzung) erfolgen Absetzungen und Verminderungen des Entgelts nach billigem Ermessen der BWB.

1.1 Überprüfung, Erfassung und Korrektur der entgeltrelevanten Flächen

Die Flächenerhebung, die der Einführung des gesplitteten Abwassertarifs vorausging, wurde 1998 und 1999 durchgeführt. Zu dieser Zeit waren die gebührenrechtlichen Auswirkungen der von den Eigentümern an die BWB AG übermittelten Angaben noch unklar.

Im Bestand, insbesondere dort, wo im Laufe der Jahrzehnte mehrfach Änderungen vorgenommen worden sind, stehen Revisionspläne, wenn überhaupt, nur lückenhaft zur Verfügung. Hier ist die Ermittlung der tatsächlich abflussrelevanten Flächen mit z.T. erheblichen Schwierigkeiten und großem Aufwand verbunden. Besonders

problematisch sind teilversiegelte Flächen in deren unmittelbarer Nähe sich ein Abfluss zum Kanal befindet.

Aufgrund der offensichtlichen Fehlerhaftigkeit vieler bisheriger Angaben zur Erfassung der für das Entgelt relevanten Flächen, sollte gegen die meisten der bisher erlassenen Bescheide Einspruch eingelegt werden. Weitere Zahlungen sollten nur unter Vorbehalt und nach einer vor Ort Überprüfung auf die tatsächlich in den Kanal entwässernden Flächen erfolgen. Dabei sollte verstärkt von der in der ABE vorgesehenen Möglichkeit zur Einzelfallentscheidung Gebrauch gemacht werden. Besondere Aufmerksamkeit verdienen in diesem Zusammenhang Liegenschaften, die besonders stark vom Niederschlagswasserentgelt betroffen sind, wie z.B. Schulen, Kindertagesstätten, Sportanlagen und Verwaltungsgebäude.

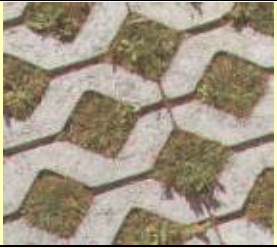







Ziel ist es, die fehlerhafte Quantifizierung der im Erfassungsbogen als "in den Kanal einleitend" bezeichneten Flächen im Einvernehmen mit den Berliner Wasserbetrieben (BWB AG) umgehend zu korrigieren und dafür ein abgestimmtes Verfahren zu vereinbaren. Aufgrund der Ergebnisse einer gemeinsamen Begehung dreier Liegenschaften mit Vertretern der BWB am 28.11.2001 kann für zwei Schulen und eine Sportanlage mit z.T. erheblichen Minderungen des Niederschlagswasserentgelts gerechnet werden. Allerdings sind nicht für alle Liegenschaften Einsparungen, bzw. Rückzahlungen zu erwarten. Der tatsächliche Umfang der möglichen Einsparungen für die Gesamtheit der Liegenschaften kann daher nicht abgeschätzt werden.

1.2 Entsiegelungsmaßnahmen

Bei der Berechnung des Entgelts werden Oberflächen nicht mit einbezogen, wenn sie das Versickern von Niederschlägen vollständig sicherstellen. Laut ABE § 14 b Absatz 2 a) fallen hierunter "Flächen mit Rasengittersteinen oder spezieller Verlegearten (z.B. Splitterfugenpflaster, Porenpflaster, Kies- und Splittdecken, Schotterrasen)". Je nach Beanspruchung und Nutzung der Flächen sind die Beläge unterschiedlich gut geeignet.

In der folgenden Tabelle sind mögliche Entsiegelungsmaßnahmen mit ihren ungefähren Kosten pro Quadratmeter sowie dem möglichen Einsatzgebiet aufgeführt. Die Baukostenspanne bezieht sich dabei auf die Neuanlage dieser Flächen, bei Umbau vorhandener Flächen kommen zusätzliche Kosten für die Entfernung und Entsorgung des alten Belags hinzu.

Tabelle C.1 Maßnahmen zur Entsiegelung von Flächen mit ungefähren Baukosten, Daten aus: [Hessen 1998]

Maßnahme	Beispiel 1	Beispiel 2	Ungefähre Baukosten inkl. Einbau pro m ²	Allgemeine Eignung, mögliche Einsatzorte sowie Unterhaltungsaufwand
Rasengittersteine Rasen- bzw. Splittfugenpflaster			60 - 80 DM 70 - 90 DM	<ul style="list-style-type: none"> • Gut geeignet für Kfz-Stellplätze* und Fahrbereiche auch bei Gefälle • Eingeschränkt geeignet für Fußwege und Hofflächen • Ungeeignet für Spiel- und Bewegungsflächen Unterhaltung: gelegentliches Mähen (nicht bei Splittfugenpflaster)
Porenpflaster			80 - 100 DM	<ul style="list-style-type: none"> • Gut geeignet für Fußwege und Hofflächen auch bei Gefälle • Eingeschränkt geeignet für Fahrbereiche, Kfz-Stellplätze* sowie Spiel- und Bewegungsflächen Unterhaltung: gelegentliches Abkehren zum Erhalt der Durchlässigkeit
Kies-Splittdecken			20 - 30 DM	<ul style="list-style-type: none"> • Gut geeignet z.B. für Fahr- und Fußwege sowie Kfz-Stellplätze* • eingeschränkt geeignet für Spiel-, Hof- und Bewegungsflächen • ungeeignet bei starkem Gefälle Unterhaltung: gelegentliches Glätten
Schotterrasen			30 - 50 DM	<ul style="list-style-type: none"> • Gut geeignet z.B. für Fahr- und Fußwege sowie Kfz-Stellplätze* auch bei Gefälle • eingeschränkt geeignet für Spiel-, Hof- und Bewegungsflächen Unterhaltung: gelegentliches Mähen

* Einschränkungen bezüglich der KFZ-Stellplätze siehe z.B. unter Kapitel C 1.3

1.3 Dezentrale Rückhaltung/ Versickerung

Grundsätzlich gilt im Land Berlin der Grundsatz, dass das Niederschlagswasser auf dem Grundstück zu verbleiben hat. Ein Rechtsanspruch auf Ableitung besteht nicht. [SenStadt 2000a]

Lange Zeit war nur die breitflächige Versickerung über die Vegetationszone des vorhandenen Geländes, wenn keine Modellierung für die gezielte Versickerung vorgenommen wird, erlaubnisfrei. Nach der Niederschlagswasserfreistellungsverordnung (NWFreiV) vom 24.08.2001 [SenStadt 2001] darf Niederschlagswasser erlaubnisfrei versickert werden, wenn es von folgenden Flächen stammt (§ 2):

1. Nichtmetallische Dachflächen (einschließlich beschichtete metallische Dachflächen)
2. Wegeflächen, Radwegen, Hofflächen und Verkehrsflächen auf Wohngrundstücken einschließlich Pkw-Stellflächen in Wohngebieten oder
3. Straßenflächen in Gebieten, die ausschließlich für Wohn- und Bürozwecke genutzt werden, sofern sie eine durchschnittliche tägliche Verkehrsdichte (DTV) von maximal 500 nicht überschreiten.

Dieses trifft bei den hier untersuchten öffentlichen Flächen in der Regel zu.

Anforderungen an das erlaubnisfreie schadloße Versickern nach § 3 NWFreiV:

1. Bei der Mulden- sowie Mulden-Rigolen-Versickerung muss der Abstand zwischen der Geländeoberkante und dem Bemessungsgrundwasserstand mindestens 1,5 m betragen (kostenpflichtige Auskunft der Wasserbehörde).
2. Bei der Mulden- sowie Mulden-Rigolen-Versickerung muss die belebte Bodenzone aus einer mindestens 30 Zentimeter starken Mutterbodenschicht bestehen.
3. Bei der Rigolen-, Rohr- oder Schachtversickerung muss der Abstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem Bemessungsgrundwasserstand mindestens einen Meter betragen und die Grundwasser schützende Deckschicht darf nicht durchbohrt werden.
4. Die Vernässung von angrenzenden Gebäuden ist auszuschließen.
5. Die Versickerung darf keine Vegetationsschäden und unzulässige Bodenbelastungen verursachen.
6. Der Versickerungsraum unter der Versickerungsanlage darf nicht aus Trümmer-, Bauschutt- oder Schuttbeimengungen bestehen (kostenpflichtige Auskunft zur Altlastenfreiheit bei den bezirklichen Umweltämtern)

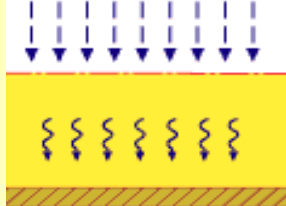

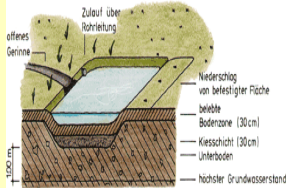

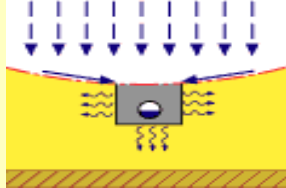

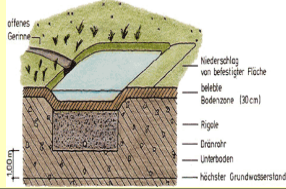

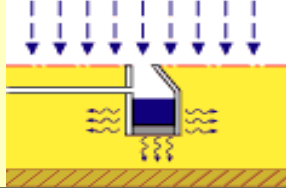

Nach § 4 gelten folgende Anforderungen an die Versickerungsart:

Für die im § 2 unter 2. und 3. genannten Flächen hat die Versickerung ausschließlich über die belebte Bodenzone mittels Flächen-, Mulden- oder Mulden-Rigolen-Versickerung zu erfolgen. Der Ablauf von den unter Punkt 1 genannten Flächen kann auch über Rigolen, Sickerrohre und Sickerschächte erfolgen, sofern er über eine Flächen-, Mulden- oder Mulden-Rigolen-Versickerung nicht möglich ist.

Darüber hinaus sind "bei Planung, Ausführung, Betrieb und Unterhaltung der Versickerungsanlagen die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten. Insbesondere sind die Funktionstüchtigkeit und der einwandfreie Betrieb der Versickerungsanlage entsprechend den herkömmlichen Verfahren sicherzustellen und laufend zu überwachen." [SenStadt 2001]

In der folgenden Tabelle sind Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser einzelner Grundstücke, also unverbundener Systeme, zusammengefasst dargestellt. Die aufgeführten Preisspannen setzen eine Altlastenfreiheit und einen ausreichenden Abstand der Anlagensohle vom Bemessungsgrundwasserstand voraus. In den Baukosten nicht enthalten sind die Beträge für die Grundstücke selbst und die der Umsetzung vorausgehende Planung.

Tabelle D.2 Maßnahmen zur Versickerung von Niederschlagswasser

Maßnahme	Prinzip	Beispiel	Ca. Baukosten mit Einbau pro m ² A _{red} *	Allgemeine Eignung, Flächenbedarf sowie Unterhaltungsaufwand
Flächenversickerung			Keine bzw. siehe Entsiegelungsmaßnahmen	Geeignet bei günstigen Bodenverhältnissen. Da kein wesentlicher Aufstau bzw. keine wesentliche Speicherung möglich oder beabsichtigt sind, muss die Versickerungsintensität größer als die Intensität des Bemessungsniederschlags sein [ATV A 138].
Muldenversickerung			7 - 30 DM [ATV 1997, Hessen 1998, Londong 1999]	Unterhalt: ggf. Grünflächenpflege; in der Regel Bepflanzung eingeschränkt erlaubt, Einzelentscheidung obliegt der Wasserbehörde
Rohr-Rigolenversickerung			7 - 40 DM [ATV 1997, Londong 1999, GEOAg 2000]	Bei beengten Platzverhältnissen auf dem Grundstück; kaum Flächenbedarf und nur geringe Einschränkung der Flächennutzung Unterhaltung: Wartung der erforderlichen Vorreinigung
Mulden-Rigolenversickerung			12 - 84 DM [Londong 1999, GEOAg 2000]	Kombination aus den vorangegangenen Verfahren keine Vorreinigung erforderlich Unterhaltung: Grünflächenpflege, Entfernung von Laub; bei Bepflanzung ATV-H 162 berücksichtigen [ATV 1989]
Schachtversickerung			22,50 DM [Durchschnittswert ATV 1997]	Bei beengten Verhältnissen auf dem Grundstück, Abstand zum Grundwasser ist zu beachten; Unterhaltung: Reinigung der Schachtsohle bei Bedarf

* A_{red} = angeschlossene Fläche; Kostenangabe ohne Grunderwerb, Planung bzw. Bauüberwachung

Um vollständig und dauerhaft vom Niederschlagswasserentgelt befreit zu werden, sollten Versickerungsanlagen möglichst ohne einen Notüberlauf an den Kanal geplant und ausgeführt werden.

Besitzen vorhandene Versickerungsanlagen einen (Not-) Überlauf oder besteht ein gedrosselter Ablauf zur Kanalisation, so werden laut ABE § 14 b Absatz 3 pauschal 50% der jeweiligen versiegelten Fläche abgesetzt, wenn die Anlage nach den Angaben des ATV Arbeitsblatts A 138 errichtet wurde. Auf Antrag des Kunden können im Einzelfall Absetzungen und Verminderungen der anzusetzenden versiegelten Flächen "nach billigem Ermessen" Berücksichtigung finden, wenn der Kunde die verminderte Einleitung von Niederschlagswasser nachweist.

Anmerkung: Bei einigen der untersuchten Standorte können die Abläufe einzelner Dachflächen ohne viel Aufwand im Gelände versickert werden. Hier bedarf es lediglich einer Änderung der Falleitung und einer kurzen oberirdischen Ableitungen zur Sickerfläche, wobei wegen der Vernässungsgefahr ein ausreichend großer Abstand zum Gebäude zu gewährleisten ist.

1.4 Regenwassernutzung in Kombination mit einer Versickerung

Laut § 14 b Absatz 3 b) der ABE vom 30.12.1999 setzen die BWB nach billigem Ermessen fest, welcher Abzug von den versiegelten Flächen vorzunehmen ist, wenn der Kunde das Niederschlagswasser nutzt und der Speicher einen an die Kanalisation angeschlossenen Überlauf hat. In der Regel ist mit einer lediglich 10%-igen Reduzierung zu rechnen, es sei denn, der Kunde erbringt den Nachweis, dass seine Regenwasseranlage für den Kanal nicht bemessungsrelevant ist. In diesem Fall kann eine erhebliche Reduzierung bis zur vollständigen Befreiung vom Niederschlagswasserentgelt gewährt werden.

Versickert der Überlauf vollständig, wird dementsprechend kein Niederschlagswasserentgelt fällig.

Unter der Annahme, dass eine Schachtversickerung pro angeschlossenen Quadratmeter 22,50 DM kostet (Durchschnittswert ATV Umfrage [ATV 1997]), ergibt sich bei einer Entgelthöhe von 2,42 DM/ (m²·a) für die reine Versickerung ein Amortisationszeitraum von etwa 10 Jahren (ohne Kapitaldienst).

Darüber hinaus werden bei einer Kombination von Regenwassernutzung und Versickerung (z.B. mit so genannten Versickerungsspeichern), je nach Ausnutzungsgrad der Niederschläge, zusätzliche Betriebskosten durch die Substitution von Trinkwasser eingespart [SenBauWohn 1995b, ZVSHK 1998]. Dafür sind zusätzliche Investitionen,

z.B. für das Betriebswassernetz, notwendig, die für jede Liegenschaft individuell hoch ausfallen.


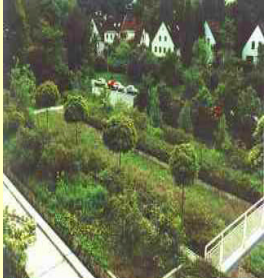
In Berlin stehen pro Jahr potentiell ca. 500 Liter Niederschlagswasser pro Quadratmeter für die Nutzung zur Verfügung. Eine nur theoretisch mögliche 100%-ige Ausnutzung vorausgesetzt, ergibt sich ein zusätzliches Einsparpotential von maximal 1,85 DM pro angeschlossenen Quadratmeter Dachfläche (Trinkwasserpreis: 3,70 DM/ m³). Weitere Details zur Betriebswassernutzung siehe Unterkapitel 2.6.

1.5 Verdunstung/ Dachbegrünung

Laut ABE § 14 b Absatz 2 c) werden begrünte Dächer mit 50% der jeweiligen Fläche bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagsbeseitigung angesetzt. Gleiches gilt für so genannte Nassdächer. Voraussetzung für die Begrünung von Dächern ist die Erfüllung von statischen Anforderungen, die bei der Anlage nachzuweisen ist. Es muss eine ordnungsgemäße Wasserabführung gewährleistet sein. Ferner ist sicher zu stellen, dass keine Schädigungen Dritter durch die gewählte Ausführungsart des Daches eintreten können.

Vorteile der Dachbegrünung sind die teilweise positiven Auswirkungen auf das Kleinklima. Im Vergleich zu bekiesten Flachdächern ist laut dem Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau (BGL) mit einer längeren Haltbarkeit des Daches zu rechnen [BGL 1998]. In der folgenden Tabelle sind die ungefähren Mehrkosten und der Unterhaltungsaufwand im Vergleich zu einem bekiesten Flachdach aufgeführt.

Tabelle D.3 Maßnahmen zur Begrünung von Dächern, Daten aus: [BGL 1998]

Maßnahme	Beispiel	Mehrkosten gegenüber herkömmlichen Dächern pro m ²	Nutzung/ Aufwand der Unterhaltung
Extensive Dachbegrünung		ca. 55 DM	Nur für Kontrollgänge begehbar; Entfernung unerwünschter Vegetation, Düngen nur nach Bedarf, Kontrolle technischer Einrichtungen, ca. 1,50 DM pro m ² jährlich
Intensive Dachbegrünung		ca. 190 DM	Begehbar, z.T. auch befahrbar. Regelmäßiges Wässern, Düngen, ggf. Mähen; Kontrolle technischer Einrichtungen

Die Begrünung von Dachflächen ist grundsätzlich zulässig, ohne dass hierfür besondere Genehmigungen zu erteilen sind. Die Bauvorschriften Berlins enthalten keine Regelungen, welche die Begrünung von Dächern regeln, unter Genehmigungsvorbehalt stellen oder besondere Anforderungen formulieren. Die Dachbegrünung ist im besiedelten Bereich als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme anerkannt und deshalb insbesondere bei Neubaumaßnahmen interessant. Auch eine Kombination mit einer Regenwassernutzung ist möglich und bietet durch den Wegfall einer Vorreinigungsstufe sogar technische Vorteile [fbr 2001].

Die Erfahrungen mit Nassdächern sind im Wedding teilweise negativ, teilweise wurden Nassdächer sukzessive wieder zu normalen Flachdächern ohne Einstau der Niederschläge umgebaut.

2 Maßnahmen zur Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs

2.1 Wasserzählerstände protokollieren und auswerten

Die Zählerstände aller öffentlichen Gebäude sollten regelmäßig erfasst und zeitnah analysiert werden. Ziel dieser Maßnahme ist das schnelle Erkennen von Leckagen oder dauerlaufenden Verbrauchsstellen. Die für das fifty/fifty-Modell⁴ vorgesehenen monatlichen Ablesungen und Auswertungen haben sich bewährt [Hamburg 2000] und sollten für alle öffentlichen Gebäude zum Standard erhoben werden. Andernfalls hat sich gezeigt, dass erst anhand der Jahresrechnungen oder durch bereits aufgetretene Gebäudeschäden, Rohrbrüche bzw. technische Defekte viel zu spät erkannt wurden. Dabei entstanden dem Bezirk in den vergangenen drei Jahren ein finanziell sehr viel höherer Schaden als der Aufwand für die regelmäßige Ablesung gekostet hätte. So konnte durch die monatliche Kontrollablesung einer Baufirma die Verursachung eines Rohrbruchs auf dem Schulgelände einer "fifty/fifty-Schule" zweifelsfrei nachgewiesen werden. Die Firma kam für die entstandenen Mehrkosten von über 25.000 DM für 3.000 m³ Trink- und Abwasser auf.

Voraussetzung für eine regelmäßige Ablesung ist die problemlose Zugänglichkeit der Zähler. Bei diversen Liegenschaften wurden die Hauptwasserzähler in schwer zugänglichen, außenliegenden Schächten installiert, die nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand abgelesen werden können. Hier empfiehlt sich der Einbau eines zusätzlichen leicht zugänglichen Kontrollzählers im Inneren des Gebäudes (Kosten: ca. 300.- DM pro Zähler inklusive Einbau). Eine Alternative oder generelle Ergänzung zu dieser

⁴ Im ehemaligen Bezirk Wedding wurde ein fifty/fifty nach dem Hamburger Modell durchgeführt. Der Kern des Modellversuchs ist ein finanzielles Anreizsystem, bei dem die eingesparten Betriebskosten für Energie und Wasser zur Hälfte als Prämie an die fifty-fifty-Schulen ausgezahlt werden [Hamburg, 2000]

Maßnahme ist die Umrüstung bestehender Zähler auf Fernauslesbarkeit. Hierdurch können auch schwer zugängliche Zähler bequem ausgelesen werden. Die Berliner Wasserbetriebe beraten Kunden, für die solche Technik interessant sein könnte. Die Fernauslesbarkeit von Wasserzählern empfiehlt sich gerade im Hinblick auf eine bereits bestehende oder geplante Gebäudeleittechnik (GLT) einiger Gebäude.

Um eine genaue Kostenzuordnung zu den Verbrauchsstellen zu ermöglichen, sollten nicht nur die Liegenschaften sondern auch die einzelnen Einrichtungen durch zusätzliche Zwischenzähler getrennt erfasst werden können. Hierzu werden zusätzliche Unterzähler (ca. 300.- DM, s.o.) benötigt, die auf der einen Seite Kosten verursachen, auf der anderen Seite aber auch für eine verbrauchsgerechte Abrechnung zwingend erforderlich sind. Als Beispiele seien in diesem Zusammenhang Turn- und Sporthallen genannt, deren Wasserverbrauch bisher oft zusammen mit den benachbarten Schulen erfasst aber kaum von diesen verursacht wird. Eine getrennte Erfassung ist auch die Voraussetzung für Planung und Dimensionierung von Betriebswassernutzungsanlagen. Zusätzlich wird durch die Verbrauchserfassung auf Einrichtungsebene die Teilnahme einzelner Einrichtungen am fifty/fifty- Modell erleichtert.

2.2 Kontrolle auf Leckagen und Undichtigkeiten

Zur Kontrolle auf Leckagen an Rohren bzw. Undichtigkeiten an Verbrauchsstellen ist darauf zu achten, dass die Wassermengenzähler zeitweise zum Stillstand kommen, wenn gerade kein Wasser gebraucht wird. Leckagen kommen in den z.T. alten und verzweigten Leitungsnetzen immer wieder vor. Auch können Verbrauchsstellen (Druckspüler, Armaturen etc.) offen sein. Hierdurch können teilweise enorme Wasserverluste entstehen. Die Kontrollen können in betriebsfreien Zeiten, insbesondere nachts, in den Ferien oder am Wochenende stattfinden.

2.3 Sprengwasser

Wasser für Bewässerungszwecke sollte durch zusätzliche Sprengwasserzähler getrennt erfasst und abgerechnet werden. Wenn die korrekte Erfassung nur durch eine finanziell unzumutbar hohe Anzahl an zusätzlichen festinstallierten Zählern erreicht werden kann, ist nach Absprache mit der BWB AG auch der Einsatz von so genannten mobilen Sprengwasserzählern denkbar.

Sind Sprengwasserleitungen bzw. separat erfasste Zapfstellen vorhanden, sollten diese für die Nutzer so gekennzeichnet werden, dass sie für Bewässerungszwecke bevorzugt herangezogen werden. Dazu Bedarf es einer kurzen Information an die Nutzer über die Lage der entsprechenden Zapfstellen und ggf. auch die der Zähler.

2.4 Durchflussbegrenzung an Armaturen

Durchflussmengenregler (Durchflusskonstanthalter) und Wasserspar-Strahlbrausen sind in der Lage, den Wasserdurchfluss auf ein vorgegebenes Maß zu reduzieren und ihn gleichzeitig konstant zu halten. Der Maximaldurchfluss z.B. an Handwaschbecken kann auf 3 l/ min herabgesetzt werden, ohne dass ein Komfort- oder Funktionsverlust eintritt. Bei stichprobenartigen Kontrollen wurden Durchflüsse bis über 15 l/ min ermittelt. An Spültischen, wo es um Füllvorgänge geht, ist lediglich eine Begrenzung auf 7,5 l/ min anzuraten.

Für den öffentlichen Bereich sind unbedingt die diebstahlsicheren Varianten zu empfehlen. Die Tendenz zur Verkalkung ist im Vergleich zu normalen Perlatoren geringer. Einige Hersteller haben extra Varianten für hartes Wasser im Angebot. Mit ca. 20.- DM pro Regler ist der nachträgliche Einbau eine der preisgünstigsten Maßnahmen, die auch schon von der Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der ARGEBAU [ARGEBAU 1996] und dem Berliner Senat [SenBauWohn 1995a] empfohlen wurde. Die Umrüstung kann problemlos durch die Hausmeister bzw. Haustechniker erfolgen. In Einzelfällen können sich diese Investitionen schon nach wenigen Wochen, in der Regel aber innerhalb eines Jahres amortisieren [Hamburg 2000].

Häufig genutzte Duscheinrichtungen in öffentlichen Gebäuden besitzen oft ein großes Trinkwassereinsparpotenzial. Durchflussmengenregler können sowohl in fest installierten Duschköpfen (Sporthallen) oder bei Handbrausen (Kits) zwischen Armatur und Schlauch eingesetzt werden. Als ausreichend werden Durchflussvolumina von 9 l/min angesehen. Da es sich bei Duschen um Warmwasserzapfstellen handelt, gehen mit dieser Maßnahme auch Energieeinsparungen einher, wodurch sich die Amortisationszeiten im Vergleich zu den reinen Kaltwasserzapfstellen weiter verkürzen lassen. [Wetzlar 1998]

2.5 Kontrolle der Verbrauchsstellen⁵

Im öffentlichen Bereich sollte in jährlichen Abständen eine Kontrolle und gegebenenfalls Wartung der sanitären Einrichtungen durch geschultes Personal erfolgen. Dies gilt vor allem für Einrichtungen ohne festen Hausmeister oder Haustechniker. Dabei sollten

⁵ **Hinweis:** Umfangreiches und gutes Material zur Kontrolle von Verbrauchsstellen im öffentlichen Bereich werden über den Hamburger Bildungsserver im Internet zur Verfügung gestellt [<http://lbs.hh.schule.de>]. Hier finden sich neben allgemeinen Informationen auch Checklisten und konkrete Handlungsanweisungen zur Überprüfung der einzelnen Verbrauchsstellen, die sich in erster Linie an Schüler bzw. schulische Umwelt AGs richten, aber auch sinnvolle Informationen für Hausmeister/ Haustechniker beinhalten [s. Anhang].

die Schließzeiten der selbstschließenden Armaturen an Handwaschbecken und Duschen sowie die Druckspüler an PP-Becken und WC's bedarfsgerecht eingestellt werden (s. Anhang) [Hamburg 2001]. Defekte Armaturen und Spülkästen sollten stets zeitnah repariert werden. Im Rahmen dieser Kontrollen könnten auch die o.g. Durchflusskonstanthalter installiert werden. Spülkästen, wie sie z.B. in Kitas zum Einsatz kommen, sollten auf ein 6 Liter Spülvolumen reduziert werden, sofern die Sanitärkeramik für diese Spülmenge ausgelegt ist. Häufig sind die Spülkästen werkseitig auf ein Volumen von 9 Litern eingestellt. Viele Spülkästen lassen sich auch noch nachträglich mit einer Spül-Stopp-Vorrichtung ausstatten, was ein zusätzliches Einsparpotenzial darstellt.

2.6 Einsatz von Betriebs- und Regenwassernutzung

Regenwasser bzw. gereinigtes Grauwasser kann als Betriebswasser in öffentlichen Gebäuden vor allem zur Toiletten- und Urinalspülung und zu Bewässerungszwecken genehmigungsfrei zum Einsatz kommen. Waschmaschinen können im öffentlichen Bereich mit Einverständnis und unter Aufsicht des Gesundheitsamts mit Regenwasser betrieben werden. Die Kosten für die Installation und den Betrieb von Betriebswasseranlagen hängt stark von den örtlichen und baulichen Gegebenheiten des einzelnen Objekts ab. Die Errichtung einer Betriebswasseranlage mit den dazugehörigen Leitungen bietet sich bei Neubaumaßnahmen und zum Zeitpunkt umfangreicher Sanierungen der Sanitäreinrichtungen im Bestand an.

Bei der Nutzung von Grauwasser werden, im Vergleich zur Regenwassernutzung sowohl die Kosten für Trink- als auch für Abwasser eingespart.

Betriebswasser aus Grauwasserreinigungsanlagen bietet sich dort an, wo ausreichend leichter verschmutztes Abwasser ohne Fäkalien (Grauwasser) anfällt. Das ist im öffentlichen Bereich in Sporthallen und anderen Sportanlagen der Fall. Hier können durch die oftmals günstige Lage und Zentrierung der Waschräume, die Investitionen für das erforderliche zweite Leitungsnetz minimiert werden. Ferner ist zu erwähnen, dass derartige Anlagen sehr kompakt sind und damit leicht im Keller zu installieren sind. Im Vergleich zu Regenwasseranlagen entspricht das erforderliche Gesamt-Speichervolumen etwa der Tagesmenge des anfallenden Grauwassers [SenBauWohn 1995b].

Bei der Regenwassernutzung entsteht der finanzielle Anreiz insbesondere durch die Befreiung vom Niederschlagswasserentgelt (s.o.), die dann gewährt wird, wenn der Überlauf der Regenwassernutzungsanlage nicht in die Kanalisation erfolgt, sondern

versickert wird. Die Versickerungseinrichtungen können in der Kombination mit der Nutzung kleiner ausfallen als reine Versickerungsanlagen [fbr 2000].

2.7 Wassersparstandards bei Ausschreibungen festsetzen

Bei öffentlichen Baumaßnahmen und anstehenden Renovierungen sollten Wassersparstandards im jeweiligen Ausschreibungstext verankert werden. Desgleichen sollte bei der Anschaffung von trinkwasserverbrauchenden Geräten, wie z.B. Wasch- und Spülmaschinen in Kitas, auch auf ihren geringen Trinkwasserverbrauch geachtet werden.

Tabelle D.4 Zusammenstellung kostensparender Maßnahmen durch Verringerung des Trinkwasserverbrauchs

Maßnahme	Beispiel	Mehrkosten/ Aufwand	Ziel
Zählerstände protokollieren und monatlich auswerten		Ca. 10 -20 min. pro Monat	Kontrolle auf Dauerläufer und Leckagen
Setzen von zusätzlichen Zählern		300 DM/ Stück inkl. Einbau	Ermöglichen der Kontrolle, getrennte Erfassung z.B. von Sprengwasser, Einrichtungen und Sporthallen
Einbau von Durchflussbegrenzern		20 DM/ Stück Selbsteinbau	Verringerung der Durchflüsse ohne Komfortverlust
Kontrolle der Verbrauchsstellen auf Funktionsfähigkeit und Durchfluss		Ca. 5 min pro Verbrauchsstelle	Austausch, Reparatur und Umrüstung von Armaturen
Eignung auf Betriebs- und Regenwassernutzung überprüfen	Kein Trinkwasser	nur über eine Vorplanung zu ermitteln	Einsparung von Trinkwasser und Befreiung vom Niederschlagswasserentgelt
Wassersparstandards bei Neuanschaffungen und Ausschreibungen beachten und fordern		unterschiedlich	Verringerung der Betriebskosten durch wassersparende Geräte und Sanitärausstattungen
Verbraucher- und Nutzerinformationen	i	gering	Wissensvermittlung um trinkwassersparendes Verhalten; Information über das Vorhandensein und Lage von Sprengwasserzapfstellen

D Strategien zur Reduzierung der Wasserkosten

Im Folgenden sind die vorgestellten und vorgeschlagenen Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserkosten in Form von Fließdiagrammen und Tabellen dargestellt. Es erfolgt, wie in Kapitel C Maßnahmenkatalog, eine Unterteilung in Maßnahmen zur Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts (Grafik und Tabelle D-1), der verbrauchsabhängigen Wasserkosten (Grafik und Tabelle D-2) sowie Maßnahmen bei Neuanschaffung von Geräten, Neubaumaßnahmen oder anstehenden Sanierungsvorhaben (Grafik und Tabelle D-3).

Die Maßnahmen zu den in den Grafiken aufgeworfenen Fragestellungen finden sich in den anschließenden Tabellen wieder und werden dort nach ihrer zeitlichen Umsetzbarkeit gewichtet dargestellt. Vergleichsweise leicht umzusetzende Maßnahmen mit hoher Priorität werden vor denen genannt, die einen eher größeren zeitlichen und finanziellen Aufwand bedingen.

Vorschläge für Checklisten bei der Durchführung von Maßnahmen zur Erfassung des Niederschlagswasserentgelts und zur Überprüfung des Trinkwasserverbrauchs finden sich in Form von Formularen im Anhang.

1 Reduzierung des Niederschlagswasserentgelts

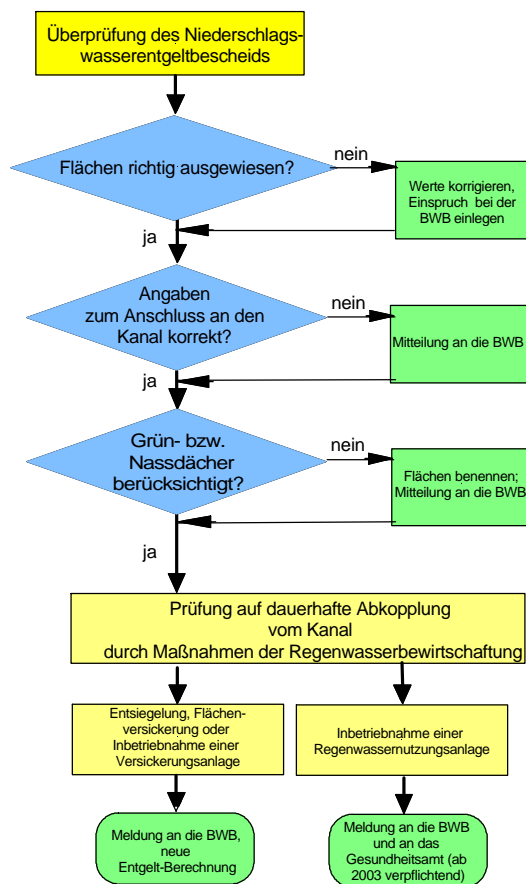


Abb. D-1: Vorgehensweise bei der Kostenreduzierung durch Korrektur bzw. Einsparung des Niederschlagswasserentgelts

Tabelle D-1: Maßnahmencheck zur Kostenreduzierung im öffentlichen Bereich mit Angabe der Verantwortlichkeit, des Zeitpunkts der Umsetzung und des ungefähren Amortisationszeitraums

Nr	Check	Verantwortlich	Zeitpunkt	Amortisationszeit
1	Überprüfung und exakte Erfassung der Entgelt relevanten Flächen vor Ort; ggf. Widerspruch einlegen	Bezirksamt (BA)/ Externe	sofort	Keine bei korrekten Bescheid; <1 Jahr bei großen Differenzen
2	Abkopplungsmöglichkeiten von (Teil-) Flächen	BA/ Externe	zeitnah	1 - 10 Jahre
3	Einsatz von Regenwasser-nutzung in Kombination mit der Versickerung	BA/ Externe	vor nächster Baumaßnahme	i.d.R. ca. 10 Jahre

2 Reduzierung der verbrauchsabhängigen Wasserkosten

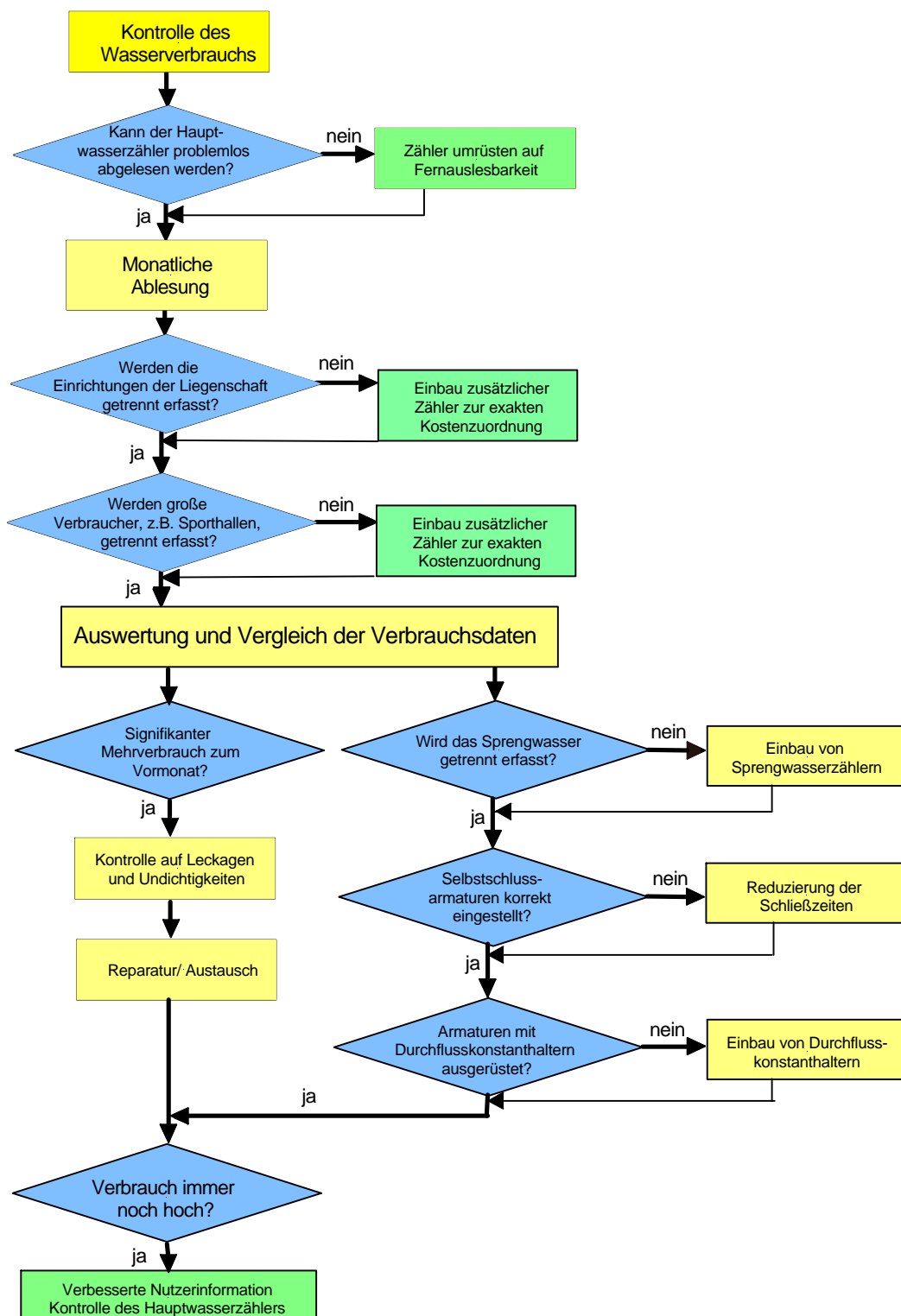


Abb. D-2: Vorgehensweise bei der Kostenreduzierung durch Kontrolle und Minimierung des Trinkwasserverbrauchs

Tabelle D-2: Maßnahmencheck zur Reduzierung der verbrauchsabhängigen Wasserkosten im öffentlichen Bereich mit Angabe der Verantwortlichkeit, des Zeitpunkts der Umsetzung und des ungefähren Amortisationszeitraums

Check	Verantwortlich	Zeitpunkt	Amortisationszeit
Zugänglichkeit der Wasserzähler ermöglichen, Setzen von zusätzliche Zählern	BA	sofort/ zeitnah	< 1 Jahr
Wasserzählerstände monatlich protokollieren und zeitnah auswerten -> Kontrolle auf Leckagen und so genannte Dauerläufer	HM oder Externe und BA	sofort	< 1 Jahr
Defekte Armaturen reparieren und umrüsten	Hausmeister (HM)/ Externe	sofort	< 1 Jahr
Einstellen der Druckspüler bei WC und PP-Becken auf kurze Schließzeiten, Reduzierung der Wassermengen in Spülkästen auf die korrekte Mindestmenge	HM/ Externe	zeitnah	< 1 Jahr
Einbau von Durchflussbegrenzern für Duschen (9 l/min.) und Handwaschbecken (3 bis 4 l/min.)	HM/ Externe	zeitnah	< 1 Jahr
(Zusätzliche) Sprengwasserzähler einbauen, ggf. Antrag auf mobile Wasserzähler stellen	BA	zeitnah	< 1 Jahr ab ca. 100 m ³ jährlich
Verbesserte Nutzerinformation, Schulung von Personal	BA/ Einrichtung	-	-
Austausch des Hauptwasserzählers zur Kontrolle (kostenpflichtig bei falschem Verdacht)	BA/ Einrichtung	-	-

3 Maßnahmen bei Neuanschaffungen Neubauvorhaben oder anstehenden Sanierungsvorhaben

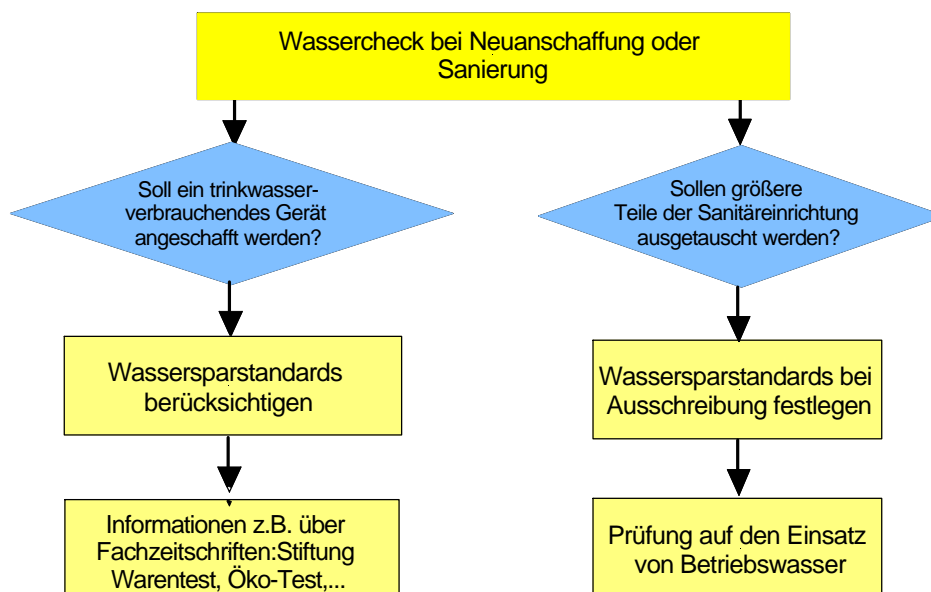


Abb. D-3: Vorgehensweise bei der Kostenreduzierung bei Neuanschaffungen, Neubau- maßnahmen und anstehenden Sanierungsarbeiten

Tabelle D-3: Maßnahmencheck bei Neuanschaffungen, Neubauten und anstehenden Sanierungsarbeiten im öffentlichen Bereich mit Angabe der Verantwortlichkeit und des Zeitpunkts der Umsetzung

Check	Verant- wortlich	Zeit- punkt
Wassersparende Geräte bevorzugen	BA/ Einrichtung	Vor nächster Anschaffung
Wassersparstandards bei Ausschreibun- gen festlegen	BA	Bei nächster Ausschreibung
Einsatz von Betriebswasser prüfen; Abgleich mit anderen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung	BA	Vor nächster Baumaßnahme

E Literatur

- [ABE 1999] Senatsverwaltung für Inneres, Allgemeine Bedingungen für die Entwässerung in Berlin v. 20.12.1999; Amtsblatt; 67; Berlin
- [ARGEBAU 1996] Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der ARGEBAU; Trinkwassereinsparung in öffentlichen Gebäuden; Hannover; 1996
- [ATV 1997] Mennerich, A.; Versickerung von Niederschlagswasser; ATV-Schriftenreihe; Hennef; 1997
- [ATV A 138] ATV; Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Hennef; Entwurf 11/ 1999
- [ATV H 162] ATV, Baumabstände zu Wasserver- und entsorgungsanlagen; Hennef, 12/ 1989
- [BGL 1998] Hoffmann, Thomas und Fabry, Wolfgang; Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V., BGL (Hrsg.); Regenwassermanagement - natürlich mit Dachbegrünung; Bad Honnef; 1998
- [BMVBW 2001] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Leitfaden - Nachhaltiges Bauen; Berlin; 2001
- [DIN 1989-1] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; Beuth Verlag GmbH; Regenwassernutzungsanlagen, DIN 1989-1; Berlin; Entwurf Dezember 2000
- [fbr 2000] Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung; fbr Hinweisblatt H 101- Kombination der Regenwassernutzung mit der Regenwasserversickerung; Darmstadt; Entwurf April 2000
- [fbr 2001] Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung; fbr top7: Kombination von Regenwassernutzung und Dachbegrünung, August 2001
- [Feurich 1995] Feurich, Hugo (Hrsg.); Sanitärtechnik, 7. Auflage, Düsseldorf, 1995
- [GEOAg 2000] Infoforum Regenwassermanagement, Regenwasserbewirtschaftungssysteme in Berlin und Brandenburg; 2001
- [GEWOS 1990] Institut für Stadt-, Regional- und Wohnungsforschung GmbH (GEWOS); Wassersparmaßnahmen im Wohnungsbau; IRB-Verlag; Hamburg; 1990
- [Hamburg, 2000] Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde; Fachamt für Energie und Immissionsschutz; fifty/fifty - Hamburgs Schulen schalten auf Spargang; 2000
- [Hamburg, 2001] Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde; Wasserpraxis - Ein praktischer Leitfaden zum Wassersparen; 2001
- [Hessen 1998] Bullermann, M.; Moche P. und Stellrecht-Schmidt, S.; Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit (Hrsg.); Praxisratgeber, Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung; 2. Auflage; 1998

- [Hessen 1999] Bullermann, Martin und Dietzel, Jörg Peter; Hessisches Umweltministerium (Hrsg.); Fachinformation, Wasserdurchlässige Befestigung von Oberflächen in Einfachbauweise; 1999
- [König 2001] König, Klaus W.; Wilo-Brain (Hrsg.); Das Handbuch der Regenwassertechnik - Was Profis wissen; Wilo GmbH, Dortmund 2001
- [König 1999] König, Klaus W.; Mall Beton GmbH (Hrsg.); Regenwassernutzung - Ein Leitfaden für Kommunen in Deutschland; Ökologie aktuell; Donaueschingen; 1999
- [Massanek 1990] Masanek, R.; Möglichkeiten zur Wassereinsparung in öffentlichen Gebäuden; Manuskript zur Weiterbildungsveranstaltung beim Bezirksamt Kreuzberg 01.11.1990
- [MURL 1999] Emschergenossenschaft und Ministerium für Umwelt-Raumordnung und Landwirtschaft in NRW (Hrsg.); Route des Regenwassers; Dortmund; 1999
- [SenBauWohn 1995a] Sommer, Harald, Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen und Wohnungsbaugesellschaft Marzahn (Hrsg.), Trinkwasser-Spartechnik - Modellvorhaben zu Möglichkeiten und Strategien der wassersparenden Installation im komplexen Wohnungsbau, Berlin, 1995
- [SenBauWohn 1995b] Nolde, Erwin und Reichmann, Brigitte; Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.); Merkblatt - Betriebswassernutzung in Gebäuden - Auswertung der Berliner Modellvorhaben und der Betriebswassertagung vom 9. Februar 1995; Berlin 1995
- [SenStadt 2001] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin; Verordnung über die Erlaubnisfreiheit für das schadlose Versickern von Niederschlagswasser, (Niederschlagswasserfreistellungsverordnung - NWFreiV) vom 24.08.2001
- [SenStadt 2000a] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin; Hinweise für Antragsteller zur Niederschlagsentwässerung; Berlin; Stand: Juli 2000
- [Wedding 2000] Bezirksamt Wedding von Berlin; Energiebericht 2000; Berlin; 2000 unveröffentlicht
- [Wetzlar 1998] Christen und Deltau; im Auftrag des Magistrats der Stadt Wetzlar; Trinkwasser-Sparstudien für 37 öffentliche Gebäude in der Stadt Wetzlar, Juli 1998
- [Zehlendorf 1998] Flanz, Jürgen; Wasserverbrauch in Berliner Kindertagesstätten; Berlin; 1998

Weitere Quellen:

[Hamburg www, 2001] Informationen von der Homepage des Hamburger Bildungsservers: <http://lbs.hh.schule.de/klima/fifty/wasser/wasser.html>

F Anhang und Anlagen

A1: Musterblatt

Liegenschaft:

Einrichtung/ Ansprechpartner

Ausschnitt Karte: ALK oder BWB Erfassung	Ggf. Foto des Objekts
	Ggf. Foto zu Flächen
	Ggf. Foto zur Sanitärausstattung

Daten zur Liegenschaft

Grundstücksfläche (Quelle: Vermessungsamt aus ALK)	m ²
An die Kanalisation angeschlossene Dachflächen (lt. BWB-Erfassung)	m ²
An die Kanalisation angeschlossene versiegelte Flächen (lt. BWB Erfassung)	m ²
Bruttogeschossfläche, BGF (Quelle: Hochbauämter)	m ²

Zusätzliche Informationen zur Liegenschaft

Wasserverbrauch

Abrechnungszeitraum oder Kalenderjahr	2000	2001	2002
Verbrauch gesamt [m ³]			
Sprengwasser [m ³]			
Abwasseranfall [m ³]			
Personen			
Spez. Verbrauch ohne Sprengwasser Liter pro Person und Schultag			
Alternative: spezifischer Verbrauch pro m ² Bruttogeschossfläche			

<p>Hier Platz für z.B. Die grafische Darstellung der Verbrauchsentwicklung oder der Kostenentwicklung für:</p> <p>Trinkwasserbezug, Schmutzwasserentgelt, Sprengwasser und Niederschlagswassereentgelt, z.B. als Balkendiagramm</p>	<p>Anmerkungen:</p> <p>Vergleich mit anderen Liegenschaften oder Einrichtungen;</p> <p>Grundlagen: Verbrauchswerte, Preise</p>
---	--

Empfehlungen/ Maßnahmen

Was?	Wer?	Wann?	Erledigt/ Datum
Überprüfung der Erfassung der Entgelt relevanten Flächen vor Ort	Bezirksamt (BA)	sofort	
Wasserzählerstände protokollieren und auswerten -> Kontrolle auf Leckagen	Hausmeister (HM)/ BA	ab sofort (Turnus monatlich)	
Überprüfung auf Abkopplungsmöglichkeiten von (Teil-) Flächen	BA	zeitnah	
Bedarf an Sprengwasserzählern prüfen (mobile Zähler bedürfen der Zustimmung durch die BWB)	BA + HM (ggf. + BWB)	zeitnah	
Einstellen der Druckspüler auf kurze Schließzeiten	HM	zeitnah	
Einbau von Durchflussbegrenzern (3-4 L/min.) für die Handwaschbecken	HM	zeitnah	
Defekte Armaturen reparieren und umrüsten	HM	fallweise	
Einsatz von Regenwassernutzung prüfen, Abgleich mit anderen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung	BA	vor nächster Baumaßnahme	

Wassersparcheckliste _____ **A2**

Arbeitsblatt 1 _____ **A3**

Arbeitsblatt 2 _____ **A4**

Arbeitsblatt 3 _____ **A5**

A2: WASSERSPAR-CHECKLISTE

[Hamburg www, 2001]

Für einen Rundgang durch Flure, Klassenräume, Kantine, Toiletten, Turnhalle und sonstige Räume:

1. Notiere und vergleiche in festen Abständen die Zählerstände!
2. Kontrolliere die Durchflussmengen an Waschbecken-Wasserhähnen (max. 6 l/min, möglichst weniger) und Duschen (max. 9 l/min)!
3. Sind die Toiletten mit Wasserspartasten ausgerüstet?
4. Rinnt die Toilettenspülung, Dusche oder ein Wasserhahn? Den Hausmeister informieren!
5. Sind an den Wasserhähnen bzw. Duschen Durchflussmengen-Konstanthalter angebracht?
6. Läßt sich die Schließzeit der Druck-Wasserhähne verkürzen?
Bei Schließzeiten von mehr als 10 Sekunden sollte man aktiv werden!
7. Besteht ein bisher unbemerkter Wasserverlust durch einen Rohrbruch o.ä.? (Vorschlag: Überprüfung des Wasserverbrauchs am Abend oder Wochenende durch Ablesen des Wasserzählers oder durch Feststellung eventueller Durchflussgeräusche!)
8. Grünanlagen können mit Oberflächenwasser/Regenwasser bewässert werden. Ist solche Maßnahme hier sinnvoll? Gießkanne statt Gartenschlauch! Wer punktuell gießt, statt zu sprengen, versorgt Pflanzen, die es wirklich brauchen!
9. Warmwasser sollte möglichst nicht elektrisch beheizt werden! Kann die Warmwasserbereitung auf Gas oder Fernwärme umgestellt werden? (siehe auch 16.)
10. Läßt sich die Wassertemperatur im Boiler/Speicher minimieren?
11. Können Warmwasserstellen (z.B. an Handspülbecken) stillgelegt werden (abstellen, abbauen oder Griffe entfernen)?
12. Waschmaschinen sollten einen Kalt- und Warmwasseranschluss haben! So lassen sich die elektrischen Energiekosten senken.
13. Werden die Zirkulationspumpen außerhalb der Nutzungszeit abgeschaltet?
14. Läßt sich die Warmwasseranlage während der Ferien/Wochenenden abschalten?
15. Ist für das Gebäude eine Regenwassernutzungsanlage sinnvoll?
16. Eignet sich das Gebäude für eine Solaranlage für Brauchwassererwärmung (z.B. für Duschen, Wasch- und Spülmaschinen)?
17. Ermittle den Wasserverbrauch pro SchülerIn und vergleiche diesen Wert mit dem Wert anderer Schulen!

A3: Arbeitsblatt *Wasser 1* [Hamburg www, 2001]

Überprüfung der Wasserzapfstellen (Fließzeit und Menge)

Für die verschiedenen Wasserzapfstellen in öffentlichen Gebäuden gibt es sowohl Durchflussmengenobergrenzen, als auch Vorgaben für die Fließzeit bei selbstschliessenden Armaturen.

Aufgabe 1: Ermittle, welche Art* und Anzahl von Zapfstellen in der Schule vorhanden sind, ob diese selbstschließend sind und welche Grenzwerte dafür vorgesehen sind.

Aufgabe 2: Messe die Durchflussmenge (in Liter pro Minute(l/min)) an den einzelnen Zapfstellen (und wenn es sich um selbstschließende Armaturen handelt, auch die Fließzeit (in Sekunden)). Danach entscheide, ob Veränderungen nötig sind.



Notwendige Messgeräte: Durchflussmengenmessbecher (aus dem *Energiesparkoffer Elektro, ZSU, siehe Bild*) und eine Stoppuhr.

oder: Ein Messbecher oder Eimer mit möglichst genauer Messeinteilung und eine Uhr mit Sekundenzeiger.

*z.B.: Wasserhahn, Dusche, WC-Wasserkasten, WC-Druckspüler usw.

Zapfstelle		selbst-schließend		Durchflussmenge in l/min		Fließzeit in s	
Art	Ort/Raum	ja	nein	Vorgabe	gemessen	Vorgabe	gemessen

Einige Richtwerte:

Durchflussmenge für Waschbecken	maximal 6 Liter pro Minute
Durchflussmenge für Duschen	maximal 9 Liter pro Minute
Fließzeit für Selbstschlussarmatur am Waschbecken	10 Sekunden
Fließzeit für Selbstschlussarmatur für Selbstschlußduschen	30 Sekunden
Fließzeit für Selbstschlussarmatur für WC-Becken	maximal 10 Liter pro Minute

A4: Arbeitsblatt *Wasser 2* [Hamburg www, 2001]

Messungen einzelner Wasserverbräuche

Beispiel 1: Der tropfende Wasserhahn

Aufgabe: Schätze die pro Jahr durch einen tropfenden Wasserhahn verlorengende Wassermenge (unterstreiche). Angenommen werden soll, dass alle 3 Sekunden ein Tropfen aus dem Hahn tropft.

1800 Liter 250 Liter 30 Liter 12 Liter ?

Messung: Messe mit Hilfe eines Messzylinders (oder eines Messbechers) die Wassermenge eines tropfenden Wasserhahnes über einen bestimmten Zeitraum. Berechne aus der Menge und der Zeit den Jahresverlust.

Notwendige Messgeräte: Messzylinder und Uhr **oder:** Messbecher mit möglichst feiner Skalierung und Uhr

Hinweis 1: Die Messung wird umso genauer, je länger man den Versuch laufen lässt. Ausserdem lässt sich die Wassermenge dann (wahrscheinlich) leichter ablesen. Da die Anwesenheit während des laufenden Versuches nicht nötig ist, lässt sich ein längerer Messzeitraum durchaus akzeptieren.

Hinweis 2: Falls kein ohnehin schon tropfender Wasserhahn vorhanden ist, suche einen "normalen" Wasserhahn und drehe ihn nur soweit auf, dass er etwa alle 3 Sekunden einen Tropfen abgibt.

Messergebnis:..... ml

..... h

Umrechnung ml in l:l

Berechnung der Liter pro Stunde:

.....l :h =l/h

Berechnung der Liter pro Jahr:

.....l/h xh/a =l/a

A5: Arbeitsblatt *Wasser 3* [Hamburg www, 2001]

Ermittlung von Verbrauchsmengen

Versuch 1: Der WC-Spülkasten.

In dem folgenden Versuch geht es um darum, die benutzten Wassermengen in Abhängigkeit vom Benutzerverhalten zu untersuchen.

Vorbereitungen: Für diesen Versuch muß der Deckel eines WC-Spülkastens abmontiert werden. Das sollte man (um Beschädigungen zu vermeiden) entweder unter Anleitung oder mit Hilfe des Hausmeisters durchführen. Dann sollte man den Wasserstand des gefüllten Kastens markieren, bzw. schauen, ob an Hand der Ablagerungsspuren eine ausreichende Kennzeichnung gegeben ist. Nun muss die Wasserzufuhr abgestellt werden. Meist befindet sich das sogenannte "Eckventil" direkt neben dem Spülkasten (siehe Bild). Jetzt wird der Spülkasten einmal vollständig entleert.

Jetzt muss noch ausprobiert werden, welche Bedienungsmöglichkeiten vorliegen (getrennte Start-Stopp-Taste?) und wie diese auch bei entferntem Deckel nutzbar sind.

Messablauf: Die Ermittlung der Mengen erfolgt über die Erfassung des nachgefüllten Wassers. Nachgefüllt wird jeweils bis zur Markierung.

Hinweis: Die Methode der Nachfüllung kann sehr verschieden gewählt werden. Sie entscheidet über Präzision und mathematischen Aufwand. Wählt man z.B. einen einfachen 10 l -Wassereimer mit Skalierung, wird nur mäßige Präzision, aber viel rechnerische Übung (Addition + Differenzenbildung) erreicht. Wählt man dagegen kleine Mess-zylinder zum Nachfüllen, so erhöht sich die Präzision und der Rechenaufwand (Addition) verringert sich.

Messungen: Es sollten nun die verschiedenen Möglichkeiten der Toilettenspülung gemessen werden. Als Vergleichswert wird jeweils die maximale Füllmenge herangezogen.

Benutzungsweise	verbrauchte Menge in l	Einsparung gegenüber der Max.-Menge in l
<i>Spültaste kurz betätigt, sofort gestoppt</i>		

Aufgabe: Ziehe Schlüsse aus den Messergebnissen!

Berechne, wieviel Wasser im gesamten Schulgebäude eingespart werden könnten, wenn die Benutzungsmöglichkeiten des WC-Spülkastens ausgenutzt würden!