



fbr-wasserspiegel

Zeitschrift der Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V.

1/12

Regenwassernutzung zur energieeffizienten Gebäudekühlung 3

Regen- oder Grauwasser in Gewächshäusern 8

Statement zur Wasserwirtschaft 10

Niederschlagswasser von belasteten Flächen 21



Schweizer
Nachrichten
ab Seite 17

Umgang mit Niederschlagswasser von belasteten Flächen

ein Plädoyer für die Regenwassernutzung im dicht besiedelten Raum

Erwin Nolde

Abgesehen davon, dass es früher in Deutschland viele Gemeinden gab, die sich – auch für Trinkwasserzwecke – über Regenwasser versorgt haben, musste die Regenwassernutzung in den 70er Jahren quasi neu erfunden werden, bevor sie in den 90er Jahren durch die DIN 1989 – diesmal aber nur als Betriebswassernutzung – wieder in den Status der bewährten Haustechnik gerückt wurde. Anders als z. B. in Südafrika und in vielen arabischen Staaten, wo man gerade das auf dem Dach gesammelte Regenwasser besonders schätzt, wird es in Deutschland selten für Trinkwasserzwecke genutzt. Stattdessen wird es zum großen Teil über Kanäle „entsorgt“. Das Ergebnis bereitet sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht mehrfach Sorgen. Trotz teurer Regenwasserableitungen kommt es regelmäßig zu Badeverboten und Fischsterben.¹⁾

Die ungereinigte Einbringung von Niederschlagswasser oder gar von Mischwasserüberläufen in Gewässer ist nicht im Sinne des Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009)²⁾ – hier sind noch erhebliche Anstrengungen erforderlich, denn das WHG besagt unter § 32 Reinhaltung oberirdischer Gewässer „feste Stoffe dürfen in ein oberirdisches Gewässer nicht eingebracht werden, um sich ihrer zu entledigen“.

Die Frage ist, was die Regenwassernutzung in Deutschland vor dem Hintergrund leerer Kassen bei den Kommunen zum Erreichen höherer Umweltstandards beitragen kann. Einige Wasserver- und -entsorger würden sich gern als allein verantwortlich für das Regenwasser erklären wissen, um mit dessen schneller Ableitung gute Geschäfte zu machen – nicht zuletzt, um viel Trinkwasser zu verkaufen.

Kosten der Niederschlagswasserentsorgung

Die Kosten für die kommunalen Regenwasserableitungen sind z. T. hoch. In Berlin muss jeder Anlieger, der Regenwasser in den kom-



Bild 1: Berlin-Lankwitz, Weiß-/Lüdeckestraße: Modellprojekt zur Nutzung von Niederschlagswasser in Wohngebäuden

munalen Kanal einleitet – unabhängig davon, ob die festen und flüssigen Inhaltsstoffe vor der Einleitung in das nächste Oberflächengewässer vom Entsorger entfernt werden, 1,92 € pro Quadratmeter angeschlossene Fläche an Niederschlagswasserentgelt jährlich entrichten.³⁾ Die Tendenz der Kostenentwicklung ist steigend und die Umweltprobleme sind ungelöst.

Bezogen auf die tatsächlich abgeleiteten Wassermengen kann man unter den Berliner Gegebenheiten (600 mm Niederschlag/a und einem angenommenen Abflussbeiwert von 0,7) errechnen, dass die Kunden für Niederschlagswasserableitungen auf Kubikmeterpreise von 4,00 € und bei niedrigen Abflussbeiwerten sogar auf noch höhere Kubikmeterpreise kommen, während die Ableitung und Reinigung von einem Kubikmeter häuslichem Schmutzwasser (in Berlin zzt. 2,46 €/m³) deutlich preiswerter ist.

Für Berliner Regenwassernutzungsanlagen, die einen (geringen) Notüberlauf in den Kanal besitzen, wird für die an den Speicher angeschlossene Fläche (nur) 10 % des Niederschlagswasserentgelts erlassen. Begründet

wird das damit, dass der Kanal für mögliche Speicherüberläufe bereitgestellt wird; d. h., 90 % des Niederschlagswasserentgelts (Fixkostenanteil) werden allein für die Bereitstellung des Kanals veranschlagt.

Ob die ökologisch sehr problematische Regenwasserableitung mit 90 % Fixkostenanteil auf einem derart hohen Kostenniveau noch vertretbar ist, müssen Politiker und kommunale Entscheidungsträger neu überdenken. Für Planer ist es eine deutliche Aufforderung nach preiswerteren und leistungsfähigeren Lösungen zu suchen, die darauf abzielen, auf den Kanalanschluss zu verzichten bzw. für Neubaugebiete erst gar keinen Regenwasserkanal zu planen.

Regenwassernutzung eine bessere Alternative zu Ableitung und Versickerung?

Welche Möglichkeiten hat ein Planer, wenn die Abkopplung vom Regenwasserkanal schwierig erscheint, weil keine ausreichende Bodendurchlässigkeit gegeben ist, Vernäsungsschäden durch Versickerungsmaßnahmen im dicht bebauten Bereich zu >>



Bild 2: Südafrika: auch in Gebieten gehobener Wohnlage und mit guter zentraler Wasserversorgung werden Tee und Kaffee bevorzugt mit frisch gezapftem Regenwasser zubereitet.

befürchten sind oder andere Voraussetzungen – wie z. B. hohe Grundstückspreise gegen eine Abkopplung sprechen? Und was passiert letzten Endes mit den kommunalen Straßen- und Hofabläufen im Stadtgebiet?

Einige Fragen lassen sich nach Abschluss eines von der Berliner Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr finanzierten Forschungsprojektes⁴⁾ beantworten. In dem nachfolgend dargestellten Projekt (siehe Bilder 1, 3 und 5) wurde belastetes Niederschlagswasser über einen sogenannten „negativen Hausanschluss“ aus dem Regenwasserkanal entnommen und das Wasser entsprechend aufbereitet bevor es als Betriebswasser im Haushalt von etwa 200 Personen für die Toilettenspülung wiederverwendet wurde. Ergänzend wurden detaillierte quantitative und qualitative Untersuchungen durchgeführt.

Die Empfehlung für die eingangs gestellten Fragen kann durch die Projekterfahrungen heraus wie folgt beantwortet werden:

- man baut einen ausreichend dimensionierten Regenwasserspeicher

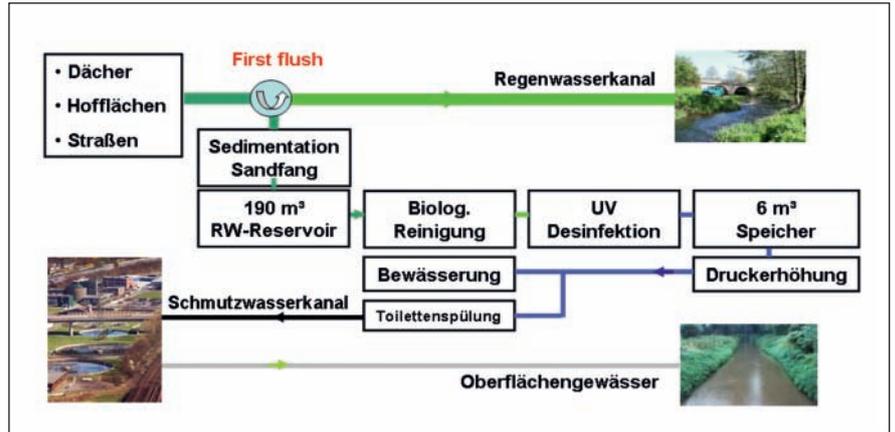


Bild 3: Regenwasseranlage: Belastetes Niederschlagswasser (First flush) gelangt in den Regenwasser-Speicher, wo es aufbereitet und im Gebäude genutzt wird. Sauberes Niederschlagswasser fließt in Oberflächengewässer.

- leitet sämtliches Niederschlagswasser in den Speicher – insbesondere auch die Straßenabläufe
- bereitet das Niederschlagswasser mechanisch-biologisch auf, unterzieht es anschließend einer UV-Desinfektion und
- nutzt es dann im Wohngebäude zur Toilettenspülung und vorzugsweise natürlich auch zum Wäschewaschen. Und nicht zu vergessen
- man verdunstet Regenwasser zur Kühlung von Stadt und Gebäuden (1 m³ Regenwasser entzieht der Umgebung 680 kWh Wärmeenergie)
- um das örtliche Kleinklima zu verbessern
- oder Räume zu kühlen

Die mögliche Nutzungspalette kann erweitert werden. So kann dass Niederschlagswasser – je nach Verwendungszweck – unterschiedlich aufbereitet und natürlich auch in Industrie und Gewerbe zum Einsatz kommen sowie für kommunale Zwecke (wie Straßenreinigung, Leitungsspülungen, Feuerlöschwasserbevorratung usw.) verwendet werden.

Angst, dass der nächste Regen kommt, bevor der Speicher ausreichend Platz dafür bietet, muss man nicht haben. Bei den Berechnungen wurde vereinfachend von einem Trinkwasserbedarf von 100 Litern/P/d und einer jährlichen Regenmenge von 600 mm/a ausgegangen. Beide Darstellungen zeigen, dass im verdichteten Wohnungsbau deutlich mehr Betriebswasser benötigt wird, als jemals über nutzbare Niederschläge geliefert werden kann. Ein hoher örtlicher Betriebswasserbedarf begünstigt die Speicherentleerung, während Betriebswassermangelzeiten wird das System über Trinkwassernachspeisungen betrieben, womit die Versorgungssicherheit ständig gewährleistet ist.

In Gebieten mit niedriger Bevölkerungsdichte sowie im Gewerbebereich, wo relativ viel Dachfläche zur Verfügung steht, kann u. U. viel mehr Niederschlagswasser aufgefangen werden, als an Trinkwasser benötigt wird. In diesen Fällen könnte eine Aufbereitung des Niederschlagswassers bis hin zu Trinkwasserqualität oder zum hochwertigen Prozesswasser eine mögliche Option sein.

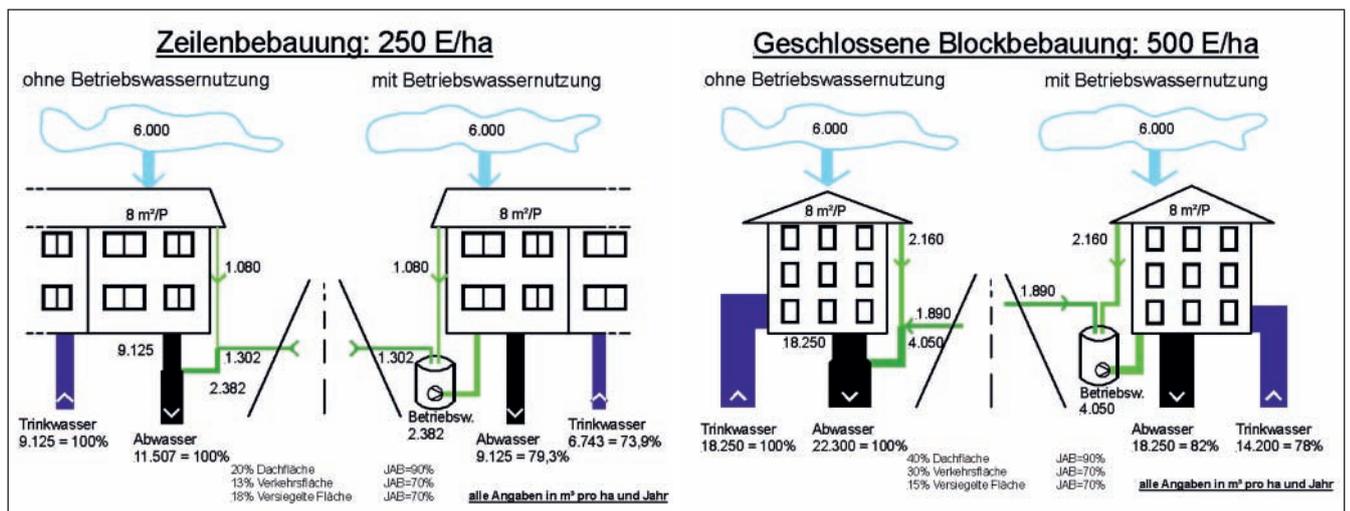


Bild 4: Wasserver- und -entsorgung mit und ohne Betriebswassernutzung, in Zeilen- und geschlossener Blockbebauung⁵⁾.

Die erforderliche Speichergröße ist unabhängig davon, ob primär Trinkwasser eingespart oder möglichst kein Niederschlagswasser in die Kanalisation eingeleitet werden soll, individuell zu berechnen. Der Speicherfüllstandsverlauf, bestimmt durch Regenereignisse und Betriebswassernutzung, kann genauso einfach simuliert werden wie eine Rigolenversickerung. Der einzige Unterschied besteht darin, dass statt die Bodendurchlässigkeit vor Ort zu ermitteln, der Mindest-Betriebswasserverbrauch definiert bzw. bekannt sein muss. Entscheidend für die richtige Dimensionierung ist allerdings, dass die mit der Maßnahme verfolgten Ziele vorher ganz genau definiert sind. Besteht das primäre Ziel darin, weniger Trinkwasser zu beziehen und eine im Hinblick auf Investitionen und Einsparpotenzial optimierte Anlage zu planen, wird die Speichergröße zugunsten eines eher kleinen Speichers erfolgen, der allerdings keine ausreichende Sicherheit für die Entwässerung bietet. Ganz anders, wenn es darum geht, möglichst wenig Niederschlagswasser in den Kanal einzuleiten oder gar auf den Bau eines Kanals verzichten zu wollen. In diesem Fall werden deutlich größere Speicher zum Einsatz kommen. Beim Vergleich der Punktbebauung mit der Zeilenbebauung (Bild 5) fällt auf, dass die Speicherzuläufe ähnlich sind – allerdings ist bei einer höheren Einwohnerdichte mit einer schnelleren Entnahme des Betriebswassers zu rechnen.

Qualität des aufbereiteten Wassers

Wie die in den Bildern 3 und 5 dargestellten Schemata zeigen, ging es in dem erwähnten Forschungsprojekt nicht um eine vollständige Abkopplung des ca. 12.000 m² großen Einzugsgebiets ⁶⁾ vom vorhandenen

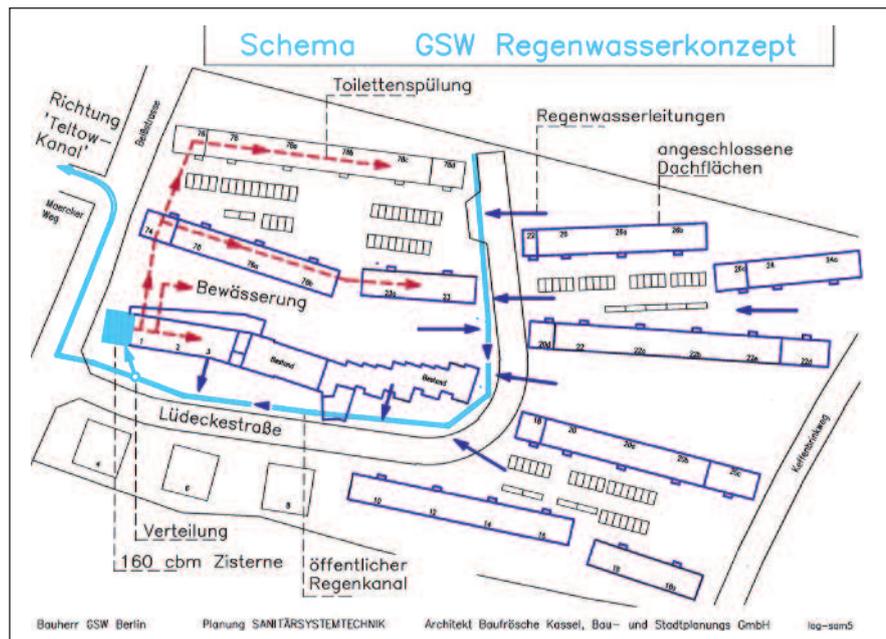


Bild 5: Konzept einer Niederschlagswassersammlung (blaue Pfeile) und Betriebswassernutzung (orangene Pfeile) (Schema: Jochen Zeisel)

Regenwasserkanal, sondern darum, zu untersuchen, ob neben dem Regenwasser von Dachflächen auch das von den Straßen sowie übrigen Verkehrswegen anfallende Niederschlagswasser nach einer Aufbereitung zur Verwendung in Gebäuden geeignet erscheint. Ferner war angezeigt, nach Lösungen zu suchen, die dazu geeignet sind, den Schmutzeintrag in Gewässer zu reduzieren oder besser noch, die dazu beitragen, die Gewässerqualität mittelfristig zu verbessern.

Während Niederschlagswasser von den Dächern meist nur durch ein Sieb von groben Feststoffen befreit wird und kleinere Feststoffe im Speicher sedimentieren, erfordert der zusätzliche Einbezug der Straßenabläufe zwingend eine Aufbereitung. In dem Berliner Pilot-

projekt wurde dazu ein zweistufiger, übereinander angeordneter Bodenfilter verwendet, der sich wegen der gewünschten Visualisierung hinter einer Schaufensterscheibe verbirgt. Preiswerte, industriell gefertigte Lösungen sind angezeigt aber für viele Besucher wird über den Bodenfilter eine gute Visualisierung der Aufbereitungsstufe erreicht. Tabelle 1 zeigt die entsprechenden Zulauf- und Ablaufkonzentrationen der chemisch/physikalischen Parameter, Tabelle 2 die der hygienischen Untersuchungen, welche im Rahmen eines einjährigen Monitorings ermittelt wurden.

Die Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse (Tabellen 1 und 2) belegen, dass höher belastete Einträge zu Beginn eines Regenereignisses in dem 190 m³ fassenden Speicher je nach Füllstand unterschiedlich verdünnt werden. Im Zulauf zur Aufbereitung wurde eine max. BSB7-Konzentration von 63 mg/l ermittelt. Der höchste BSB7-Ablaufwert wurde mit 3 mg/l gemessen, was die hervorragende Qualität des Betriebswassers beschreibt. Ferner ist es wegen seiner niedrigen Härte und elektrischen Leitfähigkeit für einige Verwendungszwecke besser geeignet als Trinkwasser. Hervorzuheben ist, dass selbst der TOC-Gehalt im aufbereiteten Niederschlagswasser nicht selten niedriger war, als der des Berliner Trinkwassers. Darüber hinaus wurden die Hygieneanforderungen der EU-Richtlinie für Badegewässer nach der Aufbereitung ständig sicher eingehalten. Insbesondere die Ergebnisse für den „Zulauf Sandfilter“ machen deutlich, dass im Hinblick auf eine hygienisch einwandfreie Betriebswasserqualität, eine Aufbereitung des belasteten Niederschlagswassers unverzichtbar ist.

Parameter	Zulauf Speicher			Zulauf SF			Ablauf SF		
	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	Mittel
LF [µS/cm]	356,00	51,00	110,95	232,00	49,00	103,52	199,00	60,00	103,38
Trans [%]	89,60	22,60	72,48	90,00	22,90	74,23	97,10	24,00	83,79
TOC	12,67	1,67	4,42	8,63	1,55	3,62	5,30	1,26	2,49
BSB7	45,00	1,00	6,39	63,00	0,49	7,10	3,00	0,59	0,86
CSB	36,10	4,56	14,20	48,00	4,56	12,65	15,80	4,56	6,82
Nges	5,48	0,82	2,14	2,96	0,63	1,96	3,82	0,69	2,06
Pges	0,398	0,036	0,114	0,183	0,028	0,094	0,174	0,014	0,089
Cl	18,62	0,82	3,64	18,45	0,82	4,09	17,22	0,81	4,05
NO2-N	0,426	0,006	0,086	0,177	0,015	0,060	0,131	0,006	0,063
NO3-N	1,682	0,023	0,721	1,423	0,081	0,916	3,512	0,364	1,726
PO4	0,98	0,01	0,21	0,45	0,01	0,14	1,65	0,09	0,28
SO4	29,20	1,97	6,44	16,54	2,49	6,14	19,51	2,72	7,09
Na	4,61	1,07	2,85	7,69	1,09	4,35	7,69	1,13	5,12
Mg	1,86	0,05	0,80	2,07	0,05	1,19	2,07	0,05	1,47
Ca	17,88	5,79	12,16	19,84	5,79	14,34	19,76	6,68	15,74
Ammonium	0,88	0,27	0,50	0,72	0,09	0,27	6,61	0,47	3,54

Tab. 1: Ergebnisse der Laboruntersuchungen in der Zeit von 02.00 bis 03.01 für die einzelnen Stufen der Aufbereitung, Zulauf Speicher: n=36; Zulauf SF: n=26; Ablauf SF: n=36 ⁷⁾

>>

Betriebsergebnisse und Investitionskosten Regenwassernutzung auf Einfamilienhäuser oder ländliche Regionen zu beschränken ist falsch gedacht. Insbesondere im städtischen Bereich ergeben sich diverse neue, bisher ungenutzte Möglichkeiten denn die Aufbereitung von belastetem Niederschlagswasser zu einem hochwertigen Betriebswasser lohnt sich und die Umweltentlastung, die durch das vorgestellte Regenwassernutzungskonzept erreicht wird, ist hoch, da von jedem Regenereignis der erste und zugleich besonders schadstoffhaltige Spülstoß in den Speicher eingeleitet wird. Sobald der Speicher vollständig gefüllt ist, fließt klares Niederschlagswasser mit Leitfähigkeiten von meist unter 100µS/cm in das Gewässer. Die Gewässerqualität kann durch derartige Einleitungen, kämen sie standardmäßig zum Einsatz, deutlich verbessert werden.

Der Umfang einer Schlammensorgung aus dem Regenwasserspeicher sowie die Notwendigkeit einer Behandlung der Sedimente sind zweifellos vom Standort abhängig und wurden damals noch nicht untersucht. Derartige Folgeuntersuchungen sind für das kommende Jahr geplant.

Die überschlägig berechneten Investitionskosten für eine derartige Anlage sind nicht höher als vergleichbare Kosten für ein modernes Rigolensystem. Darin enthalten sind die nicht öffentliche Erschließung, die

Baukonstruktion der Zisterne, sämtliche Kosten im Zusammenhang mit der Wasseraufbereitung und Verteilung des Betriebswassers sowie die Ausstattung des Wasseraufbereitungsraums. Die Netto-Baukosten für die Pilotanlage, angeschlossen ist ein Einzugsgebiet von etwa 12.000 m³ ⁷⁾, betragen 1999 (ohne Planung, ohne Umsatzsteuer) 200.000 €.

Geht man bei der Zeilenbebauung von einer 50%igen Versiegelung und einem mittleren Jahresabflussbeiwert von 0,7 aus, beträgt die auf den Gebietsabfluss bezogene reduzierte Fläche 4.200 m². Wenn man berücksichtigt, dass die Kosten für eine Pilotanlage, nicht zuletzt wegen des Forschungscharakters, eher noch im höheren Bereich anzusiedeln sind, dass ein gewisses Optimierungspotenzial noch nicht realisiert wurde, kann man den finanziellen Reiz dieses Konzeptes unschwer erkennen. Für die Mieter besonders erfreulich, dass sie infolge eines geringeren Trinkwasserbezugs ⁸⁾ täglich ca. 6,5 m³ Trinkwasser einsparen. Derartige Einsparungen wären bei der konventionellen Ableitung oder Versickerung von Niederschlagswasser nicht gegeben.

Der energetische Aufwand zum gesamten Anlagenbetrieb sowie zur Betriebswasserverteilung liegt bei etwa 1 kWh/m³ und damit im gleichen Bereich wie die kommunale Trinkwasserversorgung. Der Gesamtenergie-

bedarf wird in diesem Konzept zum überwiegenden Teil für Pumpen benötigt – nämlich der Tauchpumpen zur Beschickung des Substratfilters und der Druckerhöhungsanlage. Die Verwendung von hochwertigen Pumpen und die Verwendung von großzügig dimensionierten Ausgleichsbehältern trägt generell dazu bei günstige Verbrauchswerte zu erzielen. Eigene Untersuchungen an Regenwassernutzungsanlagen haben gezeigt, dass die real benötigten Spitzenförderleistungen immer signifikant niedriger lagen als die von den Sanitärplanern errechneten Spitzenförderleistungen, was zur Folge hat, dass die Pumpen die Toilettenspülungen und Waschmaschinen versorgen, meist deutlich überdimensioniert waren. Hier sollten ggf. neuere Versuchsergebnisse zu den realen Gleichzeitigkeitsfaktoren in die technischen Regeln einfließen.

Ausblick

Die Wertschätzung, die Niederschlagswasser in vielen anderen Ländern erfährt, sollte an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt werden. In Deutschland wäre man gut beraten, den Umgang mit der Ressource Wasser neu zu überdenken, um hier zu einem besseren Kosten-Nutzen-Verhältnis zu kommen. Die Trinkwassergewinnung aus Regenwasser wurde mit der Novellierung der DIN 2001 im Jahre 2009 aus nicht nachvollziehbaren Gründen ersatzlos gestrichen. Bei der demnächst anstehenden Novellierung wäre die internationale Vermarktung zu berücksichtigen. Für Wassertechnologien, die im eigenen Land nicht eingesetzt werden dürfen – das gilt insbesondere für den Bereich der Betriebswassernutzung in Gebäuden – lassen sich anschließend auf den Weltmarkt leider nur schwer Kunden finden.

Dass Deutschland ein niederschlagsreiches Land sei, trifft zumindest für mehrere Regionen – insbesondere dem Osten, wo es z. T. weniger Niederschläge gibt als an manchen Orten Südeuropas, Nord- und Südafrikas, definitiv nicht zu. Ob es mit der Oberflächengewässerqualität im Sinne des WHG überall alles zum Besten steht, mögen die Leser selbst entscheiden.

In den Innenstädten besteht für neue Gebäude oftmals die Auflage, Tiefgaragen zu errichten. In gleicher Weise könnten die Kommunen auf die Idee kommen, Anlieger stärker in die Niederschlagsentwässerung einzubeziehen, selbst dann, wenn die Rahmenbedingungen für eine Versickerung nicht gegeben sind. Bei Erstellungskosten von 15.000 € pro Pkw-Stellplatz (ca. 6,7 x 2,8 x 2,5 m = 47 m³), könnte man auf 2 Pkw-Stellflä-

Konzentrationsbereiche in [1/ml]		% Häufigkeit der Proben						
		< 0,1	0,1-0,99	1-9,9	10-99	100-999	1000-9999	> 9999
Zulauf Zisterne n=37	KBE 20°C	0	0	0	0	13,9	66,7	19,4
	KBE 37°C	0	0	0	5,6	24,9	66,7	2,8
	E. coli	0	16,2	35,2	32,4	16,2	0	0
	Gesamtcoliforme	0	10,8	29,8	37,8	21,6	0	0
	S. faecalis	2,7	13,5	37,9	37,8	8,1	0	0
	P. aeruginosa	64,9	24,3	10,8	0	0	0	0
Zulauf SF n=29	KBE 20°C	0	0	0	3,6	25	57,1	14,3
	KBE 37°C	0	0	0	21,4	28,6	46,4	3,6
	E. coli	3,5	24,1	34,5	31	6,9	0	0
	Gesamtcoliforme	3,5	10,3	37,9	37,9	10,4	0	0
	S. faecalis	13,8	10,3	48,3	20,7	6,9	0	0
	P. aeruginosa	72,4	20,6	3,5	3,5	0	0	0
Ablauf SF n=41	KBE 20°C	0	0	0	0	82,9	17,1	0
	KBE 37°C	0	0	0	34,1	61	4,9	0
	E. coli	19,5	31,7	39	7,3	2,5	0	0
	Gesamtcoliforme	12,2	26,8	43,9	14,6	2,5	0	0
	S. faecalis	43,9	24,4	21,9	9,8	0	0	0
	P. aeruginosa	95,1	4,9	0	0	0	0	0
Betriebswasser n=41	KBE 20°C	0	0	15,4	48,7	33,3	2,6	0
	KBE 37°C	0	0	30,8	51,2	15,4	2,6	0
	E. coli	95,1	4,9	0	0	0	0	0
	Gesamtcoliforme	82,9	4,9	12,2	0	0	0	0
	S. faecalis	100	0	0	0	0	0	0
	P. aeruginosa	97,6	2,4	0	0	0	0	0

Tab. 2: Häufigkeitsverteilung (in %) für die vier verschiedenen Probenahmestellen im Anlagenbetrieb; rot markierte Bereiche zeigen Grenzwertüberschreitung, grün markierte die Einhaltung der Berliner Qualitätsanforderungen an

chen, bei einer Zeilenbebauung, mehr als ein 100 mm Starkregenereignis aus allen Abläufen einer insgesamt 1.750 m² großen Liegenschaft und den dazugehörigen 250 m² Straßenflächen, bequem speichern und sich über die Betriebswassernutzung den kommunalen Erschließungsaufwand weitgehend ersparen. Sofern Gründächer realisiert oder der Betriebswasserverbrauch höher angesetzt werden kann, ist es möglich, den Regenwasserspeicher jeweils entsprechend kleiner zu dimensionieren.

Insbesondere bei der Regenwassernutzung im dicht besiedelten Raum ergibt sich eine dreifache Win-Win Situation. Die Kommune reduziert die Erschließungskosten, die Umwelt wird nicht mehr durch belastetes Niederschlagswasser kontaminiert und die Bewohner reduzieren, anders als bei allen anderen Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen, ihre Betriebskosten durch einen verringerten Trinkwasserbezug.

Es mangelt in Deutschland an innovativen wasserwirtschaftlichen Zielen und mutigen, unkonventionellen Umsetzungen – die Technik ist dabei das kleinste Problem.

Literatur

- 1) Greschner, U. 2007: *The innovative Turn (deutsche Fassung) unter Regenwassernutzung in Deutschland Teil 1 auf youtube* <http://www.youtube.com/watch?v=Nv6X8hsIF9A&feature=BFa&list=ULDsDqkzH2nRc&index=1>
- 2) Wasserhaushaltsgesetz, WHG, 31.7.2009
Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BjNR258510009.html
- 3) www.bwb.de/content/language1/html/204.php
- 4) Nolde, E. 2001: *Abschlussbericht: Regenwassernutzung im Bauvorhaben Belß-/Lüdeckestraße in Berlin-Lankwitz (Berichtsteil A) unveröffentlicht. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr, Berlin*
- 5) Nolde, E. 1998: *Regenwassernutzung in Gebäuden – Ein Beitrag zur Abflussminimierung und Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs? Dokumentation zum Symposium Nachhaltigkeit im Wasserwesen in der Mitte Europas, Juni 1998, Berlin*
- 6) Neroch, D. 2001: *Umweltentlastung durch dezentrale Regenwasserbewirtschaftung – Eine Untersuchung der Niederschlags-*

Abflussbeziehung in der Belß-/Lüdeckestraße in Berlin-Lankwitz. Diplomarbeit an der TU Berlin; FB 7, Studiengang Landschaftsplanung, FG Wasserhaushalt und Kulturtechnik

- 7) Scheumann, R. 2001: *Regenwassernutzung im verdichteten Wohnungsbau, Diplomarbeit an der TU Berlin, Fakultät III, Prozesswissenschaften, AG Umwelthygiene*
- 8) Nolde, E.; Schmidt, M. 2001: *Regenwassernutzung im Bauvorhaben Belß-/Lüdeckestraße in Berlin-Lankwitz; 2. Zwischenbericht (unveröffentlicht), im Auftrag der Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr, FB Ökologischer Stadtbau, Berlin*

Autor

Erwin Nolde
Nolde & Partner
innovative Wasserkonzepte
Marienburger Str. 31 A
10405 Berlin
erwin.nolde@t-online.de