

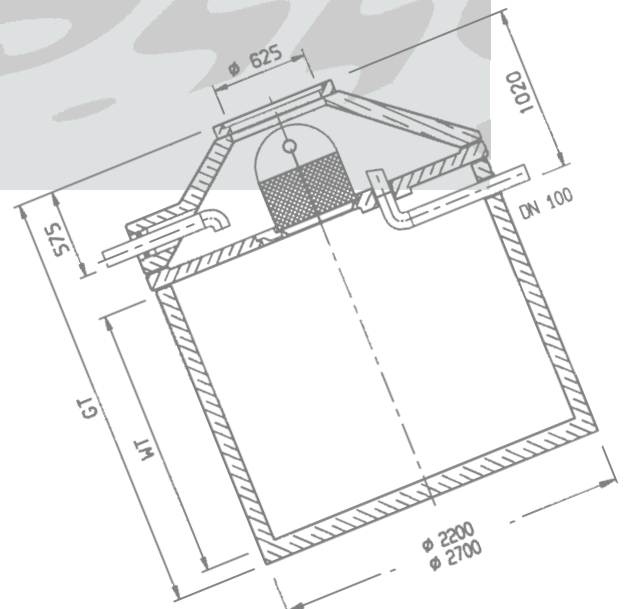
*Auszug aus:  
Ökologie aktuell  
Regenwassernutzung von A - Z  
Klaus W. König*

*Teil 1: Geschichtlicher Rückblick:  
Regenwassernutzung hat Tradition*

*Teil 2: Planung einer modernen  
Regenwassernutzungsanlage*

*Teil 3: Aktionen einzelner Gemeinden  
und Länder, besondere Projekte*

# Regen wasser nutzung



*Ein Handbuch  
für Planer,  
Handwerker  
und Bauherren*



# ***Inhaltsverzeichnis***

Aktualisierter Auszug aus:

Regenwassernutzung von A – Z

Ein Anwenderhandbuch für Planer, Handwerker und Bauherrn

Autor: Klaus Werner König

Herausgeber: Mall GmbH, DS-Pföhren

Stand 2008

## ***PLANUNG EINER MODERNEN REGENWASSERNUTZUNGSANLAGE***

### ***Gesetzliche Grundlagen***

5.0	Grundgesetz, Baugesetzbuch und Wasserhaushaltsgesetz	22
5.1	Landeswassergesetze und Bauordnungen	23
5.2	Örtliche Satzung, Anschluss- und Benutzungszwang	23
5.3	Trinkwasserverordnung und Gesundheitsamt	24

### ***Wer meldet was welcher Behörde?***

6.0	Von Region zu Region unterschiedlich	25
6.1	Muster einer Mitteilung an das Trinkwasser- versorgungsunternehmen	26
6.2	Muster einer Teilbefreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang	27

### ***Möglichkeiten und Grenzen in der Verwendung***

7.0	Wassereinsparung in mehreren Etappen	28
8.0	Gartenbewässerung aus Zisternen	29
8.1	Reinigung von Haus und Hof	31
8.2	WC-Spülung	32
8.3	Waschmaschine	32

### ***Optimale Wasserqualität***

9.0	Der Qualitätsbegriff im Vergleich	35
9.1	Vorsorge bei der Installation	35
9.2	Richtige Wahl der Dachdeckung	36
9.3	Sedimentation	37

### ***Ertrag, Bedarf und Speichergroße***

10.0	Niederschlagsmengen in Deutschland	38
10.1	Zwei Rechenbeispiele	40

### ***Technische Regeln***

11.0	Allgemein anerkannte Regeln der Technik	42
11.1	DIN 1989	44
11.2	Trinkwasser-Nachspeisung	44
11.3	Kennzeichnung	46
11.4	Überlauf und Rückstausicherung	47
	Literaturverzeichnis	49
	Abbildungsverzeichnis	51

# Gesetzliche Grundlagen

## 5.0 Grundgesetz, Baugesetzbuch und Wasserhaushaltsgesetz

Im föderal organisierten Deutschland sind Wasserrecht und Baurecht klassische Länderkompetenzen. Das Grundgesetz, das Baugesetz und das Wasserhaushaltsgesetz bilden den Rahmen innerhalb dessen Gesetze und Verordnungen auf Länderebene oder Satzungen auf kommunaler Ebene ausgestaltet werden können.

Gleichzeitig arbeitet Deutschland an europäischen Richtlinien mit, die unserer nationalen Zuständigkeit übergestülpt werden. Als Konsequenz müssen dann Bundes- und Landesgesetze novelliert werden, damit sie die europäischen Kriterien erfüllen. Schritt für Schritt gelingt so die Angleichung der Gesetzeslage in den verschiedenen Mitgliedsländern. Auch werden aktuelle Aspekte wie der Umweltschutz erst dadurch gewürdigt.

Die Forderung, Trinkwasser sparsamer zu verwenden, wurde bereits im Jahr 1968 vom Europarat in der ersten europäischen Wassercharta erhoben:

*„Jeder Mensch hat die Pflicht, zum Wohl der Allgemeinheit Wasser sparsam und mit Sorgfalt zu verwenden.“*

Im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland wurde im Jahr 1994 als Grundsatz der Artikel 20 a eingefügt:

*„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.“*

Wassergesetze, Bauordnungen und kommunale Satzungen werden seit 15 Jahren immer stärker unter dem Aspekt von nachhaltigem, schonendem Umgang mit Natur und Wasserkreislauf novelliert. Deutlich wird die ökologische Verfeinerung der politischen Absichten am Grundsatzparagraphen des Wasserhaushaltsgesetzes, Lit. (17), das den Rahmen für die einzelnen Landeswassergesetze bildet.

Stand ursprünglich die technisch sichere und hygienisch einwandfreie Versorgung mit dem lebenswichtigen Element Wasser im Vordergrund, so wurde 1986 mit § 1a ökologisch vorbeugend eingefügt: „Jedermann ist verpflichtet,...eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen.“ Im Jahr 1996, 10 Jahre später, folgte die Ergänzung für den nachhaltigen Gewässerschutz: „...um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten und um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.“

Das Baugesetzbuch für die Bundesrepublik Deutschland regelt unter Berücksichtigung von Umweltschutz, Umweltvorsorge und Stadtökologie u.a. die Bauleitplanung mit möglichen Festsetzungen in Bebauungsplänen. So wird gemäß § 9, Abs. 1, 14 ermöglicht, Flächen für die Regenwasserversickerung auszuweisen; und es werden nach Absatz 4 die Bundesländer ermächtigt, durch eigene Rechtsvorschriften weitere Festsetzungen in Bebauungsplänen zuzulassen.

*Kommunale Satzungen müssen den Vorgaben der Landesgesetze entsprechen, diese stehen im Rahmen der Bundesgesetzgebung, welche ihrerseits durch EU-Richtlinien eingegrenzt wird.*

## 5.1 Landeswassergesetze und Bauordnungen

In Deutschland sind die Landesbauordnungen der Bundesländer unterschiedlich. Zisternen in der gängigen Größe für Einfamilienhäuser werden allgemein nicht als genehmigungspflichtige Bauwerke betrachtet. Mit Ausnahme von Hamburg und Brandenburg gelten „drucklose Behälter bis 50 m<sup>3</sup> Inhalt und 3 m Höhe“ als genehmigungsfrei; in Schleswig-Holstein und im Saarland bis 50 m<sup>3</sup>/5 m. Lit. (51).

Ob und in welcher Weise Niederschlagswasser abgeleitet werden kann, ist ebenfalls unterschiedlich geregelt. Mit Novellierung der Landeswassergesetze wird der bisherige Grundsatz, dass die Beseitigung von Niederschlagswasser eine kommunale Pflicht ist, in sein Gegenteil verkehrt: Nur in Ausnahmefällen darf nach neuem Recht ein Regenwasserablauf dem öffentlichen Kanal zugeführt werden! Lit. (51). Mittlerweile gibt es bereits Bebauungspläne für neue Siedlungen mit der Vorschrift, private Regenrückhaltung zu betreiben. Siehe hierzu Abschnitt 14.4 „Festsetzungen im Bebauungsplan“.

## 5.2 Örtliche Satzung, Anschluss- und Benutzungszwang

Wenn ein Gebäude an die allgemeine, **privatrechtlich** betriebene Trinkwasserversorgung angeschlossen ist, gilt laut Bundesgesetzblatt (Lit. (1)) die „Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser“ (AVBWasserV). Bis zum 20-06-1980 war ein Anschluss- und Benutzungszwang vorhanden für alle Wassernutzungen, um den Wasserversorgungsunternehmen eine wirtschaftliche Arbeitsweise zu ermöglichen. Seither nun kann sich jedermann für einen Teilbereich der Versorgung oder einen bestimmten Verbrauchszweck davon befreien lassen, solange es den Versorgungsunternehmen wirtschaftlich zumutbar ist. Wörtlich hierzu in der AVBWasserV § 3:

*„(1) Das Wasserversorgungsunternehmen hat dem Kunden im Rahmen des **wirtschaftlich Zumutbaren** die Möglichkeit einzuräumen, den Bezug auf den von ihm gewünschten Verbrauchszweck oder auf einen Teilbereich zu beschränken. Der Kunde ist verpflichtet, seinen Wasserbedarf im vereinbarten Umfang aus dem Verteilungsnetz des Wasserversorgungsunternehmens zu decken.*

*(2) **Vor der Errichtung** einer Eigengewinnungsanlage hat der Kunde dem Wasserversorgungsunternehmen Mitteilung zu machen ...“*

Auf Mitteilung kann üblicherweise verzichtet werden, wenn nur der Garten bewässert wird und keine Trinkwasser-Nachspeisung besteht.

Im Zuständigkeitsbereich **öffentlich-rechtlich** betriebener Versorgungsunternehmen ist der Anschluss- und Benutzungszwang per Satzung in den einzelnen Kommunen geregelt. Die Befreiung davon kann mit Auflagen versehen werden. Seit 1980 fordert der Gesetzgeber in AVBWasserV § 35 die Anpassung solcher Satzungen an AVBWasserV § 3; siehe Vollmer, Niedersächsischer Städte- und Gemeindebund in Lit. (44) und Pöttgen, Lit. (43).

Verwaltungsgerichte in verschiedenen Bundesländern bestätigen dies; zuletzt in Gera/Thüringen, Mai 1999, zugunsten eines privaten Haushaltes. In der Urteilsbegründung wird ausgeführt, dass einer Teilbefreiung für Waschmaschinennutzung und Toilettenspülung bei privaten Verbrauchern weder wirtschaftliche noch hygienische Belange entgegenstehen.

*Thüringen:  
1998 wurde der  
Kassenärztlichen  
Vereinigung für die  
Toilettenspülung im  
Weimarer Ärztehaus  
vom dortigen Ver-  
waltungsgericht be-  
stätigt, dass diese  
Art der  
Regenwasser-  
nutzung für den  
Wasserversorger  
wirtschaftlich zu-  
mutbar ist.*

Anzahl öffentlicher,  
staatlich geförderter  
Regenwasser-  
projekte in Hessen  
1993 - 1998:

Kindergärten	48
Altenheime	7
REHA- Einrichtungen	3
Behinderten- Einrichtungen	2
Jugend- herbergen	4
Schulen	50

Seit 1999 gilt in  
Hessen für solche  
hygienisch "sensible"  
Einrichtungen ein  
Erlass mit Mindest-  
anforderungen an  
Technik, Wartung  
und an die Informa-  
tion der Nutzer,  
Lit. (22)

### 5.3 Trinkwasserverordnung und Gesundheitsamt

Als richtungsweisend gilt bis heute der Erfahrungsbericht der Umwelt-  
behörde Hamburg, Lit. (56), herausgegeben von der  
Hamburger-Wasserwerke-GmbH 1992:

*„... auch bei bakteriologischen Untersuchungen zeigte sich, das z.T. die  
Grenzwerte für Trinkwasser eingehalten wurden. Meist jedoch lag die  
Keimbelastung im Rahmen der Badegewässer-Richtlinie, d.h. wären  
diese Keimzahlen in einem See oder Fluss festgestellt worden, wäre  
dieses Wasser zum Baden geeignet.“*

*Auch Untersuchungen an mit Regenwasser gewaschener Wäsche erga-  
ben keinen Unterschied zu mit Trinkwasser gewaschener Wäsche. Daher  
hat die **Gesundheitsbehörde in Hamburg** gegen die Nutzung des Regen-  
wassers zum Wäschewaschen keine Einwände.“*

Gesetzliche Vorgaben zur Qualität von Regenwasser als Betriebswasser  
fehlen, so dass hilfsweise die EU-Richtlinie herangezogen wird. Die bisher  
durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die mikrobiologi-  
schen Belastungen von Zisternenwasser in der Regel unterhalb der Richt-  
und Grenzwerte für bestimmte Lebensmittel oder Badegewässer liegen,  
Lit. (25) (26) (27). Ausserdem muss das Zisternenwasser nicht nach glei-  
chen strengen hygienischen Maßstäben beurteilt werden, wie etwa  
Lebensmittel oder sogar Trinkwasser.

*„...Die Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser im Haushalt, in  
öffentlichen Gebäuden wie Kindergärten, Schulen, Dorfgemeinschafts-  
häusern, Friedhofsanlagen und Stadthallen für die Toilettenspülung und  
Gartenbewässerung ist bei Einhaltung der genannten, einfachen Maß-  
nahmen kein hygienisches Risiko. Eine Aufbereitung und Desinfektion  
von Regenwasser ist aus ökonomischer und ökologischer Sicht nicht zu  
empfehlen.“*

Diese eindeutige Stellungnahme drückt das **Gesundheitsamt des Lahn-  
Dill-Kreises** in seiner Broschüre seit 1997, Lit. (35). Vergleiche hierzu Abb.  
26-28 sowie Kapitel 8.3 und 9.0.

Ein fast drei Jahre dauernder Rechtsstreit um das „Wäschewaschen“ ist  
vom Bayerischen Verwaltungsgerichtshof positiv für die Regenwasser-  
nutzung entschieden worden.

Die Aussagen des Gerichtes konnten durch verschiedene Gutachten  
belegt werden. In dem Zusammenhang kam das **Landesunter-  
suchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern** zu dem Ergebnis,  
dass mögliche Krankheitserreger weitaus häufiger über die Schmutzwä-  
sche in die Waschmaschine eingebracht werden als über Regenwasser,  
Lit. (11).

Mit Wirkung vom 1. Januar 2003 gilt die neue Trinkwasserverordnung,  
vom Bundesrat am 16. Februar 2001 beschlossen. Es ist die Umsetzung  
der europäischen Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von  
Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998. Lit. (45),  
Lit. (54).

Dabei war es den EU-Mitgliedsstaaten erlaubt, zusätzliche Einschränkun-  
gen und Verschärfungen vorzunehmen.

Nach Paragraph 13, Absatz 3, ist die Inbetriebnahme einer Regenwasser-  
nutzungsanlage dem Gesundheitsamt anzuzeigen. Das gilt auch für  
solche Anlagen, die am 1. Januar 2003 schon in Betrieb sind. Die Gesund-  
heitsämter werden diese Mitteilungen nur registrieren, ohne weiter aktiv  
zu werden. Neu ist ebenfalls, dass nach Paragraph 17, Absatz 2 zusätzlich

zu den Leitungen nun auch die Entnahmestellen für Regenwasser dauerhaft gekennzeichnet sein müssen.

In Paragraph 3 der neuen TrinkwV 2001 wird Trinkwasser als 'Wasser für den menschlichen Gebrauch' definiert und dessen Anwendung geregelt. Es ist erforderlich, unter anderem für die

- Körperpflege und -reinigung,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen

Unter den letzten Punkt fällt auch das Wäschewaschen. Doch schließt das die Regenwassernutzung nicht aus, denn gemeint ist laut amtlicher Begründung (Drucksache 721/00): "... dass in jedem Haushalt die Möglichkeit bestehen muss, zum Waschen der Wäsche Wasser mit der Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch zu nutzen. Ob daneben ein Anschluss besteht und genutzt wird, der Wasser geringerer Qualität liefert, bleibt der eigenen Verantwortung und Entscheidung des Verbrauchers überlassen."

## ***Wer meldet was welcher Behörde?***

### ***6.0 Von Region zu Region unterschiedlich***

Zuständig auf der Bauherrenseite ist diejenige Person, die Eigentümer des Gebäudes und Rechnungsempfänger für die Wassergebühren ist. Eine Anfrage bei der Gemeinde- bzw. Stadtverwaltung gibt darüber Aufschluss, ob in Ihrer Gegend die Regenwassernutzung bezuschusst wird.

Wenn ja, liegen bei der Verwaltung Anträge bereit, die in der Regel alle erforderlichen Genehmigungen beinhalten. Wird nicht öffentlich gefördert, so lassen Sie sich die Sachbearbeiter und Dienststellen nennen für . . .

- . . . Auskunft zur Landesbauordnung, ob für die geplante Größe der Zisterne im Außenbereich eine separate Baugenehmigung erforderlich ist; ebenso für die Entwässerungsleitungen auf Ihrem Grundstück. Jedes Bundesland hat eigene Bestimmungen hierzu.
- . . . Mitteilung an das Wasserversorgungsunternehmen, dass Sie sich vom allgemeinen Anschluss- und Benutzungszwang befreien lassen möchten für bestimmte Teilbereiche wie z.B. Toilettenspülung und Wäschewaschen, siehe Abb. 14. Eine Kopie davon auch an das für den Wohnort zuständige Gesundheitsamt senden! Für die Gartenbewässerung ist eine Mitteilung üblicherweise nicht erforderlich! Dies ist in der gesamten Bundesrepublik Deutschland einheitlich gleich.
- . . . Zustimmung der Wasserrechtsbehörde, falls Sie den Überlauf des Regenspeichers in ein öffentliches Gewässer einleiten wollen oder einer Versickerung zuführen möchten. Das kann sogar innerhalb eines Bundeslandes unterschiedlich geregelt sein! Keine wasserrechtliche Erlaubnis ist erforderlich, wenn auf eigenem Grundstück Niederschlagswasser von Wohngebäuden versickert wird durch Verrieselung, d.h. in gleichmäßiger Verteilung über einer größeren Fläche, wie bei natürlichem Niederschlag, oder in bewachsenen flachen Mulden.



*Abb. 13  
Informationen über  
regionale Besonderheiten einholen*

Immer mehr Bauordnungen, Satzungen und Bebauungspläne machen das Verwerten, Verdunsten und Versickern zur Pflicht. In diesen Fällen ist dann das Einleiten von Regenwasser in den Kanal zustimmungspflichtig.

### 6.1 Muster einer Mitteilung an das Trinkwasserversorgungsunternehmen

Die Hemmschwelle für Regenwassernutzer, eine Mitteilung gemäß AVBWasserV § 3 (2) ordnungsgemäß abzugeben, wird nach bisheriger Erfahrung deutlich niedriger, wenn Wasserversorger bzw. Gemeinde einen Vordruck anbieten und dies bekanntgeben. Das unten abgebildete Muster einer Mitteilung kann als Vorlage dafür benutzt werden!

*Eine Mitteilung vor Errichtung der Regenwasseranlage ist gesetzliche Vorschrift!*

An _____ (Wasserversorgungs- _____ unternehmen bzw. _____ Gemeinde)	(Absender/in)
_____	(Ort, Datum)
<b>Mitteilung nach AVBWasserV § 3 (2)</b>	
<i>Antrag auf Teilbefreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang</i>	
Sehr geehrte Damen und Herren!	
Es ist geplant, ab dem .....(Datum) das auf Dachflächen anfallende Niederschlagswasser zu nutzen für	
<input type="radio"/> Gartenbewässerung <input type="radio"/> Toilettenspülung <input type="radio"/> Waschmaschine <input type="radio"/> Gewerbe / Industrie	
Gebäude, Flurstücksnummer oder Adresse _____	
Eigentümer _____	
Wohnort, Straße, Hausnummer _____	
Die Installation wird fachgerecht ausgeführt nach DIN 1989 durch _____	
Bitte um Bestätigung der Teilbefreiung und Zusendung der zugehörigen Ausführungsbestimmungen. Mit dem Bau der Anlage wird erst in einer Woche begonnen. Mit einer kostenlosen Abnahme vor Inbetriebnahme durch einen Sachverständigen bin ich einverstanden.	
_____	_____
(Ort, Datum)	(Unterschrift Antragsteller/in)

Abb. 14  
Antrag auf  
Teilbefreiung

Mit Wirkung vom 01.01.2003 gilt die neue Trinkwasserverordnung 2001. Sie fordert für neue und bestehende Anlagen eine Mitteilung an das zuständige Gesundheitsamt. Falls örtliche Regelungen nichts anderes bestimmen, kann eine Kopie dieses Schreibens dafür verwendet werden.

## 6.2 Muster einer Teilbefreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang

Die Teilbefreiung als Antwort des Wasserversorgungsunternehmens könnte so aussehen:

An _____ (Antragsteller/in)	(Absender/in)
_____	
_____	
_____	(Ort, Datum)
<b>Teilbefreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang</b>	
Ihre Mitteilung vom _____ (Datum)	
Sehr geehrte/r _____,	
soweit die Eigenwasser-Versorgung für	
o Gartenbewässerung	
o Toilettenspülung	
o Waschmaschine	
o Gewerbe / Industrie	
bei Ihrem Gebäude	
_____	
durch eine nach den anerkannten Regeln der Technik erstellte und betriebene Betriebs-/Regenwasseranlage gewährleistet ist, wird Ihrem Antrag stattgegeben. Zwingend einzuhalten sind die gesetzlichen Bestimmungen der	
<ul style="list-style-type: none"><li>● Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser, AVBWasserV Paragraph 3, Absatz 2: "... der Kunde hat durch geeignete Maßnahmen sicher zu stellen, dass von seiner Eigenanlage keine Rückwirkungen in das öffentliche Wasserversorgungsnetz möglich sind."</li><li>● Trinkwasserverordnung, TrinkwV Paragraph 17, Absatz 2: "Wasserversorgungsanlagen, aus denen Wasser für den menschlichen Gebrauch abgegeben wird, dürfen nicht mit wasserführenden Teilen verbunden werden, in denen sich Wasser befindet oder fortgeleitet wird, das nicht für den menschlichen Gebrauch im Sinne des Paragraphen 3 Nummer 1 bestimmt ist. Der Unternehmer oder der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage im Sinne von Paragraph 3 Nummer 2 haben die Leitungen unterschiedlicher Versorgungssysteme beim Einbau dauerhaft farblich unterschiedlich zu kennzeichnen oder kennzeichnen zu lassen. Sie haben Entnahmestellen von Wasser, das nicht für den menschlichen Gebrauch im Sinne des Paragraphen 3 Nummer 1 bestimmt ist, bei der Errichtung dauerhaft als solche zu kennzeichnen oder kennzeichnen zu lassen."</li></ul>	
Die örtlichen Bestimmungen zur Abwassergebühr für genutztes Regenwasser [bzw. zur Niederschlagswassergebühr] und die technischen Vorschriften und Empfehlungen entnehmen Sie bitte den Ausführungsbestimmungen Blatt 1 - _____.	
_____	_____
(Ort, Datum)	(Unterschrift Antragsteller/in)

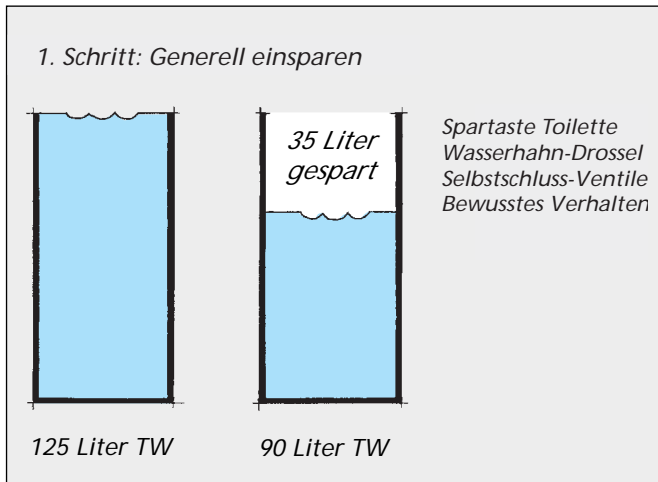
Weitere Mustervorlagen, z.B. zum technischen Mindeststandard, siehe Leitfaden für Kommunen, Lit. (33)

Abb. 15  
Teilbefreiung  
als Antwort

# Möglichkeiten und Grenzen in der Verwendung

## 7.0 Wassereinsparung in mehreren Etappen

Wird eine Anlage zur Regenwassernutzung im Haus eingeplant, so hat sich in vielen Fällen die Bauherrschaft bereits mit den Fragen der Wasser-ökologie auseinandergesetzt. Möglichkeiten zur Einsparung von Trinkwasser wurden erprobt, realistische Vorstellungen zum tatsächlichen Bedarf sind so entstanden.



Bevor nun die unterschiedlichen Möglichkeiten der Trinkwasser-Substitution durch Regenwasser betrachtet werden, sollen die Sparmaßnahmen beim Wassergebrauch als grundsätzlich erster Schritt genannt und die zumeist bekannten Möglichkeiten kurz gestreift werden:

- Umstellen der Toilettenspülung auf die sogenannte „6-Liter-Generation“; es muss dabei gewährleistet sein, dass der gesamte Siphon des WC-Beckens durchgespült wird. Ist ein zweiter oder dritter Spülgang nötig, so wird Wasser verschwendet, wo man eigentlich sparen möchte! Die Geometrie der WC-Keramik

Abb. 16

Trinkwassereinsparung: Täglicher Pro-Kopf-Bedarf

muss an die Spülwassermenge angepasst sein, d.h. ggf. Austausch der alten WCs.

- Der als Wasserverschwender in Verruf gekommene Druckspüler ist wieder „salonfähig“ geworden: Es gibt mittlerweile Produkte mit Zwei-Stufen-Spülung: Wahlweise werden, wie bei Spülkästen neuerer Bauart, drei oder sechs Liter Wasser freigegeben.
- Berücksichtigen des Wasser-Verbrauchs-Wertes beim Anschaffen einer neuen Spül- oder Waschmaschine; eine Marktübersicht bietet Lit. (39) und die Internetadressen [www.nei-dt.de](http://www.nei-dt.de), [www.spargeraete.de](http://www.spargeraete.de).
- Ausnützen der Waschmaschinenkapazität, d.h. das vom Hersteller angegebene Fassungsvermögen in kg-Trockenwäsche wirklich einmal mit der Waage ermitteln und entsprechend stopfen.
- Installieren von Durchflussbegrenzern an Waschbecken. Zwischen Auslauf und Luftsprudler geschraubt, ist eine solche „Drossel“ die einfachste und zugleich preiswerteste Möglichkeit der Einsparung. Zunehmender Wasserdruck verformt die Drossel im Durchflussbegrenzer und verengt so den Durchgangsquerschnitt.
- Weitere Maßnahmen siehe „Wasser-Spar-Techniken“, Lit. (40).

Wassersparmaßnahmen „greifen“:

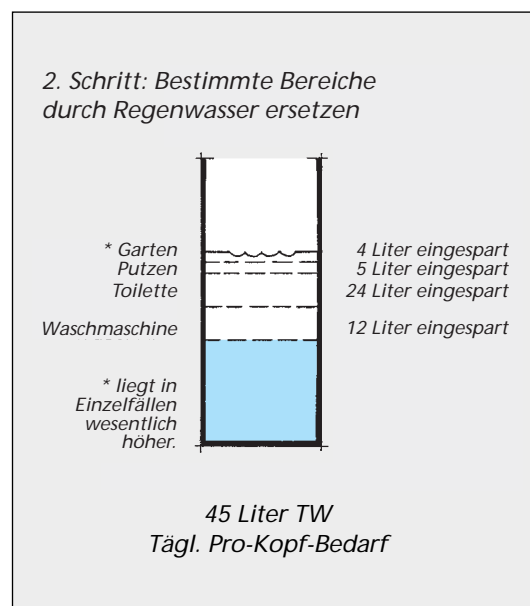
Der allgemeine Trinkwasser-verbrauch sinkt

Der tägliche Pro-Kopf-Bedarf lag 1990 in Deutschland noch bei 145 Liter. Nach ständig steigenden Verbrauchszahlen ist die statistische Kurve seither kontinuierlich zurückgegangen.

Dies gibt Anlass zu Optimismus, wobei Abb. 16 zeigt, was durch konsequentes Handeln tatsächlich erreichbar ist. 90 Liter - d.h. ca. ein Drittel weniger - könnte der statistische Verbrauchswert betragen, und das noch ohne die Regenwassernutzung.

Dann kommt **der zweite Schritt** mit Einsatz von Regenwasser. Bei einem durchschnittlichen Haushalt wäre hier im günstigen Fall ein weiteres Drittel der Gesamtmenge einzusparen.

Ist die Ertragsmenge nicht ausreichend für alle Nutzungsbereiche, so sollte auf das Wäschewaschen zuerst verzichtet werden. Andernfalls muss durch häufigen Trinkwassernachlauf mit ständig wechselnder Wasserhärte im Betriebswassernetz gerechnet werden.



### 8.0 Gartenbewässerung aus Zisternen

Die Gartenbewässerung ist diejenige Verwendung für Betriebswasser aus Niederschlägen, bei der größere Wassermengen unkompliziert eingesetzt werden können. Bundesweit befürworten alle zuständigen Behörden diese Nutzungsart ohne Einschränkungen.

Auch bei bestehenden Gebäuden kann eine Anlage zur Gartenbewässerung einfach und unabhängig von der Installation des Gebäudes eingerichtet werden: Bei Umbauvorhaben werden in jedem zweiten Fall feuchte Kellerwände trocken gelegt. Die hierzu notwendigen Baggerarbeiten sind eine Chance, mit wenig mehr Aushub eine Zisterne preisgünstig



und platzsparend in der Erde einzubauen; genauso bei Erweiterungs- und Tiefbauarbeiten.

Wer seinen Garten bisher konventionell mit Trinkwasser gießt und das Niederschlagswasser ungenutzt in die Kanalisation schickt, der sollte sich über zwei Aspekte im

Klaren sein: Zum einen wird neben den Kosten für den Trinkwasserbezug in der Regel auch die anteilige Abwassergebühr bezahlt, nach dem sogenannten „Frischwasser-Maßstab“, auch wenn von dem im Garten vergossenen Wasser nichts zur Kläranlage abgeleitet wurde. Zum anderen ist trotz zusätzlicher Inhaltsstoffe aus der heutigen Luftverunreinigung anzunehmen, dass die Beschaffenheit von Regenwasser nach wie vor besser für Pflanzen geeignet ist als das meist harte, sowie technisch und chemisch behandelte Trinkwasser, wie wir es als zivilisierte Menschen zu uns nehmen.

Das Auffangen von Dachwasser am Fallrohr eines Gebäudes hat bei uns Tradition. Alte Blechfässer dienen als sogenannte „Regentonnen“. Der Zulauf in diese Tonnen ist in Form einer Klappe manuell zu öffnen. Je nach Füllstand der Fässer muss rechtzeitig dieser Zulauf bedient werden.

Abb. 17  
Trinkwasser-  
substitution in  
Deutschland

Abb. 18  
Gartenbewässerung  
mit einer Hand-  
Schwengelpumpe



Abb. 19  
Gartenbewässerung

Wer dazu nicht jedesmal in den Regen treten will und auch unabhängig von seiner Anwesenheit einen optimalen Füllstand erreichen möchte, hat zwischenzeitlich patentierte Mechanismen zur Auswahl, die Zulauf und Überlauf durch das physikalische Prinzip der kommunizierenden Röhren regeln. Diese Art der Regenwassersammlung ist preiswert. Wer allerdings einen größeren Nutzgarten betreibt, wird sich bald eine größere Aufnahmekapazität seiner Behälter wünschen.

Diverse Hersteller bieten Tonnen aus Kunststoff an, die in beliebiger Anzahl mit Rohrverbindung aneinander gereiht werden können - damit vervielfacht sich das Speichervolumen. Manchem Eigentümer einer naturgemäß gestalteten Gartenanlage ist eine solche Batterie oberirdisch stehender Kunststofftanks ein Dorn im Auge. Dann wäre eine unterirdische Lagerung mit einfacher Brunnenpumpe die Alternative. Eine Verbindung zwischen einzelnen Zisternen ermöglicht auch hier die beliebige Erhöhung des Fassungsvermögens durch Reihung der Behälter.

Die Qualität des bevorrateten Wassers sollte nicht außer Acht gelassen

werden: In der „Hauptsaison“ des Gärtners, in den warmen Monaten des Jahres, bewirkt eine intensive Belichtung der offenen Wasserfässer die Algenbildung, d.h. der Sauerstoffgehalt und damit die Frische des Wassers nimmt drastisch ab bis hin zum sogenannten „Umkippen“ und Verschlammen des Wasservorrates. Die Gesundheitsämter warnen gerade vor solcher Wasserqualität im Zusammenhang mit Kindern. Oberirdische Wasserbehälter sind oftmals in Reichweite von unkontrolliert spielenden Kindern im Garten - ein weiterer Grund zur unterirdischen Lagerung!

Die Sammelleitungen, der Filter und die Zisterne mit Überlauf sind in ihrer Bauweise unabhängig vom Verwendungszweck des Wassers. Bei der Pumpentechnik gibt es jedoch deutliche Unterschiede. Wird das Regenwasser einer unterirdischen Zisterne nur im Garten genutzt und auf automatische Trinkwassernachspeisung verzichtet, so wird an Stelle der



Abb. 20  
Zapfstelle mit  
Unterwasserpumpe

Druckerhöhungsanlage 'Regencenter' im Haus eine der folgenden drei Möglichkeiten gewählt: Förderung des Zisternenwassers mit einer

- Schwengelpumpe von Hand
- mobilen Saugpumpe mit flexiblem Schlauch- und Fußventil, der in das Wasser gehängt wird. Von den Herstellern der Regenspeicher wird auf Wunsch für diesen Fall die Abdeckung mit Durchbruch und kleinem Einsatzdeckel aus Guss-eisen geliefert, siehe Abb. 21.

Abb. 21  
Saugpumpe auf  
Zisterne mit Einsatz-  
deckel



- Zapfstelle und Unterwassermotorpumpe im Regenspeicher. Sobald das Zapfventil geöffnet wird, springt die Pumpe an, gesteuert durch den Schaltautomaten im Pumpengehäuse unter Wasser. Außer der Stromversorgung ist keine Verbindungsleitung zum Haus erforderlich.



Die für die Gartenbewässerung benötigte Menge ist jahreszeitlich sehr verschieden. Zum einen besteht im Winter kein Verwendungsbedarf. Zum anderen wird während der Vegetationsperiode je nach Anbauart und Flächengröße unterschiedlich viel Wasser gebraucht. Statistisch gesehen gilt im jährlichen Durchschnitt für einen Quadratmeter intensiv betreuter Gartenfläche zusätzlich zum normalen Niederschlag ein Bedarf von 60 Litern, Lit. (6). Berechnungsanlagen, automatisch gesteuert, können durch exakte Dosierung den Verbrauch minimieren. Ebenfalls wirksam ist, wenn zu einer

verdunstungsarmen Tageszeit bewässert wird oder Schlauchsysteme zur Tropfbewässerung bewässerung in der Erde verlegt werden.

Nach dem Schaubild der mittleren Monatsniederschläge ist in den Sommermonaten ein höherer Ertrag gegeben, was erfreulicherweise dem in dieser Jahreszeit höheren Bedarf entspricht! (vgl. Abb. 32).

Wenn die Gartenbewässerung der einzige Verwendungszweck einer Zisternenanlage ist, so kann man die Größe des Speicherbehälters auf den Vorrat für ein halbes Jahr auslegen. Berechnungsbeispiele s. Kap. 10.1.

Ökologisch wirksamer Effekt:

- Einsparung von Trinkwasser
- Entlastung von Kanalisation durch verminderten Niederschlagszufluß

### 8.1 Reinigung von Haus und Hof

Die Ansprüche an die Wasserqualität und die Zisternentechnik sind hierbei vergleichbar mit denen der Gartenwassernutzung. Das Wischen von Böden, das Reinigen von Gartengeräten und landwirtschaftlichen Maschinen und auch das Autowaschen sind typische Verwendungszwecke. Sind festinstallierte Zapfhähne vorhanden, so müssen diese und die zuführenden Leitungen bezeichnet werden mit „Kein Trinkwasser“. Näheres siehe unter „Kennzeichnung“, Kap. 11.3.



Um Fahrzeuge und Maschinen zu waschen ist die Qualität von Niederschlagswasser hervorragend geeignet! Der Wasserkreislauf muss dabei nur weitergedacht werden: Wohin gelangen die Kraftstoff- und Öl-Rückstände der Motoren, die Abriebe von Bremsen? Wer ökologisch richtig seinen

*Winterregen für die Vegetationsperiode speichern !*

*Abb. 22  
Gartenbewässerung*

*Abb. 23  
Reinigung*

Fahrzeugstellplatz entsiegelt, d.h. wasserdurchlässig herstellt, dem sickern all diese Problemstoffe mit dem ablaufenden Wasser zusammen in den Untergrund. So kann einerseits kostbares Trinkwasser eingespart, aber andererseits Boden und Grundwasser schwer geschädigt werden! Fahrzeugwaschen also bitte nur auf Flächen mit Anschluss an die Kanalisation - oder noch besser dort, wo Öl- und Benzinabscheider im Ablauf vorhanden sind!

Ökologischer Effekt, nur in der Vegetationsperiode wirksam:

- Einsparung von Trinkwasser
- Entlastung von Kanalisation durch verminderten Niederschlagszufluss

## 8.2 WC-Spülung

Innerhalb von Gebäuden wird Regenwasser eingesetzt für die WC-Spülung oder für die Waschmaschine. Auf jeden Fall ist ein separates Betriebswassernetz erforderlich mit der zugehörigen Pumpen- und Filtertechnik. Die Toilette ist der Wasserverbraucher Nr. 1 im Haushalt.

Mit herkömmlichen Spülkästen beträgt der Verbrauch ca. 45 Liter pro Person und Tag - dies entspricht 5 Spülungen à 9 Liter. Wird ein Spülkasten verwendet, bei dem die Spülwassermenge mit Hilfe einer Wassersparregelung begrenzt werden kann, ergibt sich daraus ein durchschnittlicher Verbrauch von ca. 24 Litern pro Person und Tag - entsprechend 3 x Spülen à 6 Liter und 2 x Spülen à 3 Liter.

Bei der individuellen Ermittlung sollte berücksichtigt werden, dass zwischen Kindern und Erwachsenen kein Unterschied in der Häufigkeit des Spülens besteht und dass diejenigen Personen des Haushaltes, die regelmäßig zur Schule oder zur Arbeitsstätte gehen, das häusliche WC weniger nutzen als die ständig anwesenden Bewohner. Durchschnittsverbrauch in Schulen 6 Liter, in Büros 12 Liter, jeweils pro Person und Tag, Lit. (6).

Für die WC-Spülung bestehen nur geringe Anforderungen an die Wasserqualität.

Ökologischer Effekt, ganzjährig wirksam:

- Einsparung von Trinkwasser
- Entlastung der Kanalisation durch verminderten Niederschlagszufluss

## 8.3 Waschmaschine

Der Wasserbedarf liegt durch verbesserte Geräte mittlerweile bei 10-12 Liter pro Person und Tag; Lit. (39). Abhängig ist der Bedarf unter anderem von der Ausnutzung der Waschmaschine, d.h. dem Füllgrad mit Wäsche.

Bevor ein Waschmaschinenanschluss installiert wird, sollte überschlägig der voraussichtliche Ertrag ermittelt werden. Wenn die Verwendungsbereiche mit geringem Anspruch an die Wasserqualität angeschlossen sind (Gartenbewässerung, Putzen und Reinigen, WC-Spülung) und dann

*Der größte Wasserverbraucher im Haushalt – die WC-Spülung !*



Abb. 24  
WC-Spülung

noch genügend Wassermenge zur Verfügung steht, ist das Einbeziehen der Waschmaschine in das Betriebswassersystem sinnvoll; insbesondere dann, wenn hartes Trinkwasser zusätzliche Waschmittel- bzw. Enthärterdosierung benötigen würde.

Eine Diplomarbeit, mit dem fbr-Förderpreis 1997 ausgezeichnet, liefert dazu Zahlen: 37 % der Waschmittelmenge kann bei Härtebereich 3 gespart werden, wenn Baukastenwaschmittel in Verbindung mit Regenwasser eingesetzt werden!

Anhand von 5 verschiedenen Szenarien, die sich durch Wasserbedarf, in der Art des Waschmittelbedarfes und in der Nutzung des Regenwassers unterscheiden, ist das Einsparpotential an Waschmittelinhaltsstoffen durch die Regenwassernutzung und die damit verbundene Entlastung der Kläranlagen und Vorfluter dargestellt. Grundlage für die Bilanzierung bildete eine Musterstadt, die sich an Struktur und Aufbau von Städten mit 500.000 bis 600.000 EinwohnerInnen orientiert. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass das Einsparpotential durch die Regenwassernutzung mit steigender Härte des zur Verfügung stehenden Trinkwassers überproportional zunimmt. Lit. (13).



Abb. 25  
Waschmaschine  
mit Doppelanschluß

Trotz diesen überzeugenden Vorteilen gibt es nach wie vor kritische Stimmen, die hygienische Bedenken äußern, während mehr und mehr Gerichtsurteile die Unbedenklichkeit bestätigen. Weitere Informationen dazu in Kapitel 5.2, 5.3, 9.0. Die Kombination von Regen- und Trinkwasser ist eine Lösung bei gefühlsmäßigen Vorbehalten:

Seit Mitte 1994 ist der erste deutsche Waschautomat mit integriertem Doppelanschluss, DVGW-geprüft, lieferbar: Für Hauptwäsche, Laugenabkühlung und den 1. bis 3. Spülgang kann Regenwasser genutzt werden; für Vorwäsche und letzten Spülgang wird automatisch Trinkwasser gezogen. Ein Regenwasserzulauf auch für die Vorwäsche hätte nach Angaben des Produzenten einen zusätzlichen technischen Aufwand bedeutet. Da niedere Waschttemperaturen bei der Vorwäsche ohnehin keinen Enthärter benötigen, hat man vor allem aus finanziellen Erwägungen darauf verzichtet. Die Bezeichnung des Gerätetypes ist SOFTTRONIC W 3841 WPS ALLWATER.

Wer sich aber an den Stellungnahmen der Gesundheitsämter Hamburg, Südbayern und Lahn-Dill-Kreis orientiert, braucht keine spezielle Waschmaschine, vgl. Kap. 5.3. „Zum Wäschewaschen ist kein keimfreies Wasser erforderlich. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Verwendung von Regenwasser das Waschergebnis nicht verschlechtert und auch der Keimgehalt nicht erhöht wird. Beim Trocknen der Wäsche sterben die Keime aus dem Wasser weitgehend ab. Außerdem ist eine Unterhose vor dem Waschen mit mehr coliformen Keimen belastet als das Regenwasser eintragen kann.“ Lit. (35).

Ökologischer Effekt, ganzjährig wirksam:

- Einsparung von Trinkwasser
- Entlastung der Kanalisation durch verminderten Niederschlagszufluss
- Verringerung der Waschmittelmengen

*Bei geringem  
Regenertrag auf  
Waschmaschinen-  
anschluß verzichten!*

Rechtssicherheit herrscht durch die Einführung der neuen Trinkwasser-  
verordnung in Deutschland mit Wirkung vom 1. Januar 2003:

Darin wird gefordert, dass in jedem Haushalt ein Wasseranschluss zum  
Waschen der Wäsche mit Trinkwasser vorhanden sein muss. Ob dane-  
ben ein weiterer Anschluss besteht und genutzt wird, der Wasser ge-  
ringerer Qualität liefert, bleibt der eigenen Verantwortung und Entschei-  
dung des Verbrauchers überlassen. Dem entsprechend wurde auch der  
Anwendungsbereich der neuen DIN 1989 Teil 1 formuliert, siehe dort  
Fußnote Seite 4, Lit. (6). Gleichlautende Stellungnahmen der Bundes-  
ministerien für Gesundheit, Umwelt, Verbraucherschutz liegen vor,  
Lit. (26).

Keimgehalte gewaschener Wäsche (Prozent untersuchter Proben)				
Keimgehalt pro 25 cm <sup>2</sup>	Schmutz- wäsche n = 400	Regenwasser Wäsche, feucht n = 100	Regenwasser Wäsche, trocken n = 108	Trinkwasser Wäsche, trocken n = 215
< 10	4	4	22	36
bis 50	18	28	39	33
bis 100	14	11	20	13
bis 500	51	40	12	14
bis 1000	11	6	3	2
> 1000	2	11	4	2

Abb. 26  
Tabelle Keimgehalte  
gewaschener  
Wäsche (Prozent  
untersuchter Proben)  
Lit.(28)

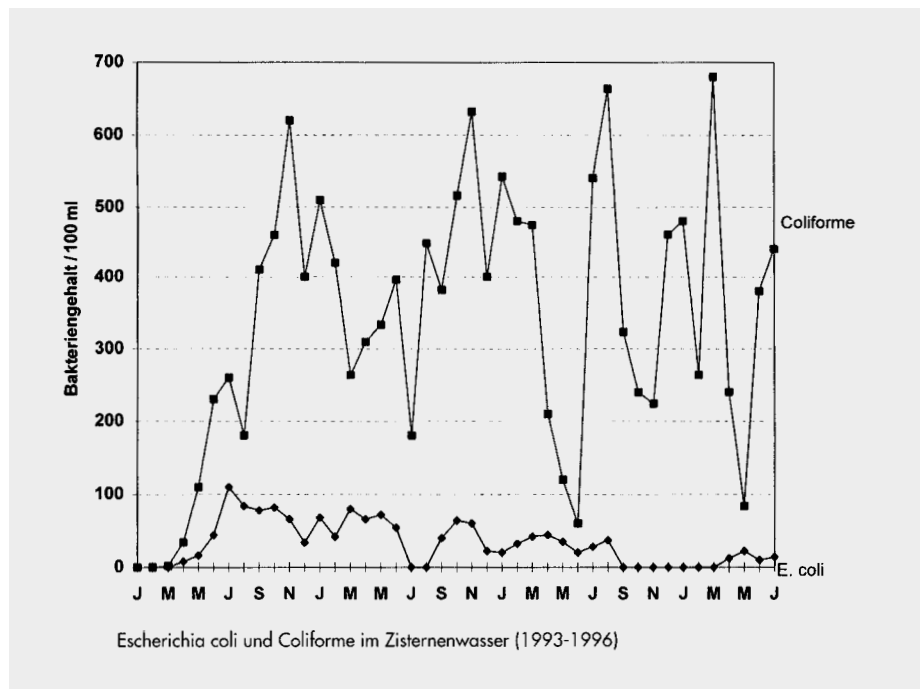


Abb. 27  
Absterbeprozesse  
gleichen die Zunah-  
me durch einge-  
spülte Bakterien  
immer wieder aus:  
Lit. (27)

# Optimale Wasserqualität

## 9.0 Der Qualitätsbegriff im Vergleich

Die vorgesehene Art der Verwendung bestimmt den Anspruch, der an die Betriebswasserqualität zu stellen ist. Amtliche Vorschriften und Grenzwerte gibt es nicht; vgl. Kap. 5.3 und 8.3. Eine Aufbereitung oder Desinfektion von gesammeltem Regenwasser ist aus ökologischen und ökonomischen Gründen nicht wünschenswert und im Normalfall nicht erforderlich. Hilfreich ist der Vergleich mit der EG-Richtlinie für Badegewässer,

Bakteriologische Richt- und Grenzwerte					
Art der Bakterien	Trinkwasser nach TrinkwV 1990	Badegewässer		Feinkostsalate	Medianwerte von 102 Zisternen über einen längeren Untersuchungszeitraum
		Richtwert	Grenzwert		
Escherichia coli	0/100 ml	100/100 ml	2.000/100 ml	1.000/g	26/100 ml
Coliforme Keime	0/100 ml	500/100 ml	10.000/100 ml		198/100 ml
KBE (20 °C)	1.000/ml				1.200/ml
KBE (37 °C)	100/ml			1.000.000/g	230/ml

Lit. (46). Zisternenwasser, das im Rahmen der hier zulässigen Keimzahlen liegt, wäre selbst für Kinder zum Baden, d.h. Ganzkörperkontakt einschließlich des Verschluckens einer durststillenden Menge, geeignet. Noch deutlicher wird das Gesundheitsamt des Lahn-Dill-Kreises: „In den meisten bisherigen Untersuchungen wurden die Grenzwerte der EU-Richtlinie für Badegewässer nur in einzelnen Fällen überschritten. Zum Vergleich hierzu sei erwähnt, dass die Hessische Lebensmittelhygieneverordnung in Speiseeis eine Keimzahl bis zu 50.000.000 Keimen pro 100 ml Eis zulässt. In Feinkost- und Mischsalaten sind Keimzahlen von 1 Million bis zu 50 Millionen Keimen pro Gramm Salat zulässig, ja sogar bis zu 1.000 E. Coli dürfen in diesen Salaten vorhanden sein. Vergleicht man die Ergebnisse der Regenwasseruntersuchungen mit den zulässigen Keimzahlen aus dem Lebensmittelbereich, hat man den Eindruck, dass bei der hygienischen Beurteilung von Regenwasser mit Kanonen auf Spatzen geschossen wird.“ Lit. (35)

Abb. 28

Vergleich verschiedener bakteriologischer Richt- und Grenzwerte mit den durchschnittlich gefundenen Keimzahlen in Zisternenwasser; Lit. (29)

## 9.1 Vorsorge bei der Installation

Die Publikationen von Fachleuten der Hygiene schließen gelegentlich mit der Formulierung „...Bedenken bestehen nicht, wenn die Anlage zur Regenwassernutzung im Haus nach den Regeln der Technik gebaut wird.“ Was heisst das? Welche Maßnahmen beim Anlagenbau wirken präventiv?

- Tageslichteinfall auf das gespeicherte Wasser vermeiden, um Algenbildung zu verhindern; d.h. Erdspeicher-Abdeckplatte ohne Lüftungslöcher, Kellerspeicher nicht aus lichtdurchlässigem Material.
- Lang andauernde Stagnation im Betriebswassernetz nach Möglichkeit ausschließen; d.h. keine Druckerhöhungsanlagen mit Ausdehnungsgefäßen im Nebenschluss und keine langen Stichleitungen zu Verbrauchsstellen, die selten benutzt werden.
- Filter nicht im Betriebswassernetz, sondern außerhalb des Gebäudes im Speicherzulauf oder als Teil des Speichers.

Filter im Haus  
und Stagnation ver-  
meiden!

- Sedimentaufwirbelung im Speicher vermeiden, daher beruhigten Zulauf und schwimmende Entnahme verwenden
- Beruhigten Zulauf nicht vom Speicherboden her in den Wasservorrat leiten, wenn die Bildung von Schwimmschichten vermieden werden soll. Berieselung von oben zerstört die Schwimmschicht und führt zur Sedimentation durch Absinken, siehe Kap. 9.3.
- Bei Mischkanalanschluss Verunreinigung des Speichers nicht riskieren, deshalb auf Rückstauklappe im Überlauf verzichten zugunsten einer Hebeanlage. Ansonsten Kleintiersperre / Rattenschutz im Ablauf vorsehen.
- Niederschlagswasser von extrem belasteten Dachflächen nicht sammeln.

Aus heutiger Sicht sind Erstverwurf und Desinfektion durch UV-Bestrahlung sowie besondere Maßnahmen zur kühlen Lagerung des Regenwassers nicht grundsätzlich notwendig, vgl. Lit. (12) Nolde S. 51ff.

## 9.2 Richtige Wahl der Dachdeckung

Glatte und chemisch neutrale Flächen sind ideal, wie z.B. glasierte Ziegel und Schieferplatten: Staubeintrag und Benetzungsverlust sind gering. Als gut werden auch normale Ziegel und Kunststoff-Flächen bezeichnet. Metallische Deckungen sind zwar glatt, die leicht saure Qualität des Regenwassers löst an den Oberflächen jedoch Metallionen aus. Für die übliche Regenwassernutzung ist dieser Effekt nicht von Bedeutung, allerdings bei der Versickerung und Einleitung in ein Gewässer.

Vergleich der Messergebnisse mit den Werten der TVO, von Freilandniederschlägen und dem Niederschlag über Essen-Kupferdreh							
Parameter	TVO 1991	Freilandniederschlag <sup>1)</sup>		Niederschlag Essen-K. <sup>2)</sup>		Messwerte aller RW-Nutzungsanlagen	
			Mittelwert		Mittelwert		Mittelwert
pH	6,5-9,5	2,4-7,8	4,5	3,6-8,1	-	5,5-9,6	-
Ammonium-Stickstoff (mg/l)	0,38	0,1-20,0	1,3	< 0,1-15	2,9	< 0,02-1,78	0,31
Chem. Sauerstoffbedarf (mg/l)	-	-	-	2,8-53,3	13,8	< 15-36	< 17,4
Zink (mg/l)	5	< 0,001-0,707	0,031	0,017-0,760	0,114	< 0,03-3,50	0,78
Kupfer (hg/l)	3000	< 1-136	2	2-94	29	< 0,05-314	35,3
Nickel (hg/l)	50			< 1-9	2,7	< 0,08-35	< 10
Blei (hg/l)	40	< 1-643	22	< 10-200	35	< 0,21-110	- 15,5

<sup>1)</sup> Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Hildesheim; Untersuchung von Niederschlagswasser 1986  
<sup>2)</sup> Koppe, P.; Stozek, A. in: Kommunales Abwasser 1986, Vulkan Verlag Essen

Abb. 29  
Trink-, Niederschlags-  
und Zisternenwasser  
im Vergleich  
Gutachten der Stadt  
Hannover, 1994.  
Lit. (49)

Bei Beton-Dachsteinen ist ebenfalls eine leichte chemische Reaktion zu erwarten. Die gelösten Kalkmengen sind jedoch so gering, dass dadurch weder die Haltbarkeit der Dachsteine noch der weiche Charakter des Regenwassers beeinträchtigt wird.

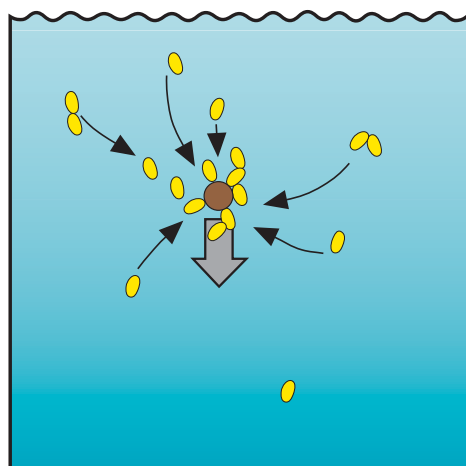
DIN 1989-1 verweist in Abschnitt 5.2 darauf, dass nachfolgend aufgeführte Dachdeckungen „in Abhängigkeit von den Anwendungsbereichen des Betriebswassers im Einzelnen zu bewerten“ sind:

- Bei Bitumendächern tritt in vielen Fällen eine Gelbfärbung des Regenwassers ein.
- Dächer aus asbesthaltigen Faserzement-Werkstoffen emittieren langfristig Fasern.

Bei Gründächern tritt in der Regel eine bräunliche Färbung des Wassers ein. Ob dies die Nutzung stört, hängt vom Verwendungszweck ab. Im neuen Abfertigungsgebäude des Bremer Flughafens weisen auf vorbildliche Art dezente Schilder den Toilettennutzer auf die Ursache hin und betonen den ökologischen Aspekt der Kombination Gründach – Regenwassernutzung. Die „Haltbarkeit“ des gespeicherten Wassers ist nach bisheriger Erfahrung nicht beeinträchtigt, wenn mineralische Substrate mit Langzeitdünger verwendet werden.

Der Regenenertrag für die Nutzung wird - je nach Dachaufbau - durch die Verdunstung der Gründächer deutlich reduziert. Information zu Dachsystemen: Lit. (47).

### 9.3 Sedimentation



*Sedimentation ist das Absetzen von Sink- und Schwebstoffen in ruhendem Wasservolumen am Zisternenboden.*

- *Schwermetalle und Keime*
- *absinkendes Partikel (Sandkorn)*

*Abb. 30  
Wirkungsvolle Reinigung durch Sedimentation (Passivierung) im Speicher*

Bei Rott/Schlichtig, Lit. (48), wurde festgestellt, dass erstaunlich geringe anorganische Belastungen feststellbar sind in dem Wasser, das aus Speichern entnommen wird. Vermutete Ursache: Sedimentation.

„Bei hinreichend geringen Strömungsgeschwindigkeiten laufen im Regenwasserspeicher Sedimentationsvorgänge ab, die wesentlich zur Reinigung des Wassers beitragen. Dabei findet durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge eine Ablagerung und Umsetzung von anorganischen und organischen Stoffen statt. Neben der Adsorption von Schwermetallen an Partikel erfolgt auch eine Anlagerung von Keimen. Dank der Bindung der Keime an Schmutzteilchen oder anders ausgedrückt, an Trägersubstanzen, bilden sich stets Keimaggregate, die zu Boden sinken. Alte Zisternen haben daher ein bemerkenswertes Selbstreinigungsvermögen ... Die Verweildauer des Regenwassers im Speicher ist so groß, dass auch kleinste Teilchen sedimentieren. Durch Sedimentation nicht zu entfernen sind gelöste organische Stoffe, deren Konzentration allerdings, wie Untersuchungen zeigen, gering ist - in der Regel wesentlich geringer als in typischen Trinkwässern aus Grundwasservorkommen ...“ Lit. (50). Zum Umgang mit dem Sediment findet man in DIN 1989-1 in Abschnitt 18 den Hinweis, dass die Wartung etwa alle 10 Jahre erforderlich ist. Dies bedeutet „die Entleerung, Reinigung der Speicherinnenflächen, ggf. Entnahme des Sedimentes“. Eine besondere Form der Entsorgung des Sediments ist nicht erforderlich!

Als Auffangflächen für Garten- und Hauswassernutzung kommen nur Dachflächen in Betracht. Entwässerungen von Parkdecks, Straßen und Wegen sind von Staub und anderen Verschmutzungen zu stark beaufschlagt; der Eintrag von Reifenabrieb der Fahrzeuge, von organischem Erdmaterial usw. erfordert spezielle Filterung oder Aufbereitung.

# Ertrag, Bedarf und Speichergröße

## 10.0 Niederschlagsmengen in Deutschland

Der Deutsche Wetterdienst erfasst mit seinen Außenstellen und ehrenamtlichen Mitarbeitern ständig die Niederschlagsereignisse. Als Niederschläge gelten Regenfälle, Schnee und Hagel, auch Kondensat von Tau und Nebel. Die Unterschiede einzelner Regionen sind in nachfolgender Karte graphisch erfasst.



Deutschland kann insgesamt als regenreiches Gebiet bezeichnet werden. Im Durchschnitt eines ganzen Jahres gesehen erhält Ostdeutschland allerdings nur halb soviel Niederschlag wie die westdeutschen Mittelgebirge und das Alpenvorland.

Über die Effektivität der Regenwassernutzung für ein einzelnes Bauprojekt kann eine Aussage erst getroffen werden, wenn die über die Dachflächen gewonnene Wassermenge verglichen wird mit dem Bedarf für Betriebswasser außerhalb und innerhalb des Gebäudes. Für Einzelhäuser reicht eine überschlägige Bemessung nach Art der folgenden Rechenbeispiele oder mit dem Online-Dimensionierungsprogramm auf der Website [www.mall.info/dimensionierung](http://www.mall.info/dimensionierung). Dieses Programm entspricht dem in DIN 1989-1, Abschnitt 16.3. genannten, einfachen Verfahren. In Abschnitt 16.4 empfiehlt die Norm für große Regenwassernutzungsanlagen mit individuellen Verbrauchsstrukturen ein differenziertes Verfahren. Bei komplexen Großprojekten ist die Verwendung einer

Software empfehlenswert; möglichst mit Ortsdateien 10-jähriger Regenreihen (5-Minuten-Massendaten).

Abb. 31  
Mittlere jährliche  
Niederschlagsmenge

## Wetterdienste im deutschsprachigen Raum

Von den nachfolgenden Adressen erhalten Sie gegen Gebühr für Orte und Regionen im deutschsprachigen Raum umfangreiches Zahlenmaterial für die Regenwasserbewirtschaftung, z.B. standortbezogene Niederschlagsstatistiken, Daten zu Gebietsniederschlägen und zu Gebietsverdunstung, .....

### Deutscher Wetterdienst

Frankfurter Straße 135  
D - 63067 Offenbach  
www.dwd.de

### MeteoSchweiz

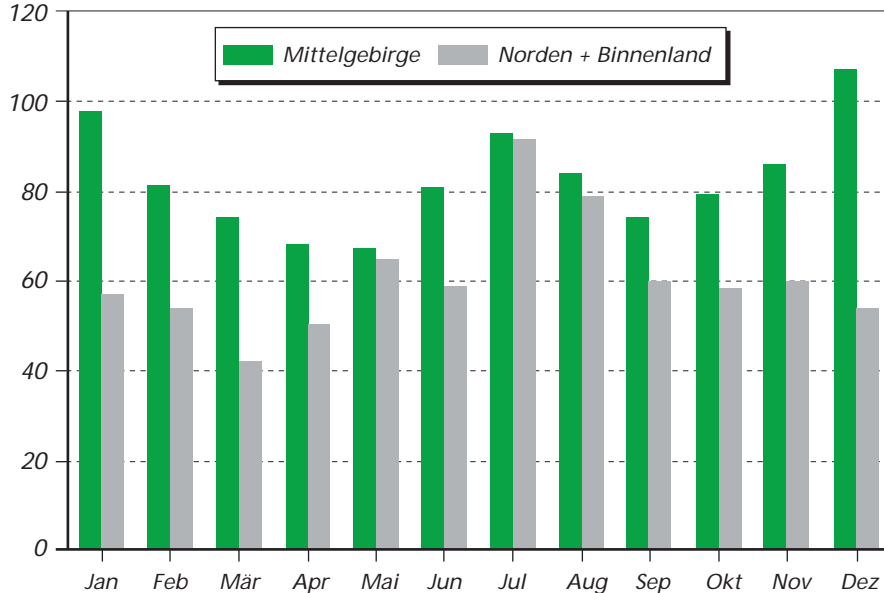
Krähbühlstrasse 58  
CH - 8044 Zürich  
www.meteoschweiz.admin.ch

### Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38  
A - 1190 Wien  
www.zamg.ac.at

## Mittlere Monatsniederschläge in Deutschland

Angaben in  $l/m^2 = mm$  Niederschlagshöhe



Der durchschnittliche Jahresniederschlag in Deutschland beträgt 774 mm im langjährigen Mittel

Abb. 32

Mittlere Monatsniederschläge in Deutschland

## 10.1 Zwei Rechenbeispiele

Angenommen: Sie haben einen kleinen Haushalt mit wenigen Personen, ein Grundstück ohne Gartenanteil im Stadtgebiet, allerdings ein Haus mit mehreren Nebengebäuden und damit großen Dächern als Auffangfläche -

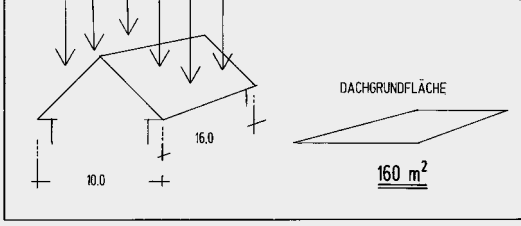
Sie hätten mit Sicherheit mehr Wasserertrag als Sie für Regenwasserzwecke im Haus nutzen könnten. Wie groß sollte hier der Speicher dimensioniert werden?

Das andere Extrem würde so aussehen, dass einer kleinen Einzugsfläche vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bei mangelndem Ertrag gegenüberstehen. Dabei sollte man der Gartenbewässerung und der WC-Spülung im Haus den Vorrang geben, weitergehende Möglichkeiten entfallen lassen.

Die Beispielrechnung A-B-C geht von einem Jahresniederschlag in der Größenordnung 600 mm pro Jahr aus. Laut Regenkarte liegen Städte wie Rostock, Gera, Kassel oder Mannheim bei diesem Wert. Für die Ertragsformel wird der Jahresniederschlag auf die Einheit „Meter“ umgerechnet und mit der Dachgrundfläche multipliziert. Bei geringem Dachüberstand kann die Auffangfläche aus dem Produkt „Länge mal Breite des Hauses“ ermittelt werden. Die Dachneigung spielt dabei keine Rolle.

**(A) ERTRAG**

- JAHRESNIEDERSCHLAG i.M. 600 mm
- AUFFANGFLÄCHE DACHPROJEKTION



DACHGRUNDFLÄCHE  
160 m<sup>2</sup>

- ERTRAGSBEIWERT
- Z.B. ZIEGELDACH → 0,75
- D.H. 25% VERLUST DURCH
  - VERSPRITZEN
  - AUFSAUGEN
  - VERWEHEN

$0,6 \text{ m/a} \times 160 \text{ m}^2 \times 0,75 = \boxed{72,0 \text{ m}^3/\text{a}}$

Abb. 33  
Regenzone mit  
600 mm / Jahr

Ein Mengen-Verlust entsteht während des Niederschlages durch

- Überlauf des bereits vollen Speichers, vor allem bei kleinen Speichergrößen
- Verspritzen des Wassers bei heftigem Aufprall, vor allem bei steilen und kleinen Dächern
- Verwehen bei starkem Wind und Aufsaugen der Feuchtigkeit bei porösem Dachmaterial
- Verdunsten beim Auftreffen des Regens auf warme Dachflächen

**(B) VERBRAUCH**

ANGENOMMEN:

PERSONENZAHL 5

- WC - SPÜLUNG 18 l/d x 365	=	6,6 m <sup>3</sup> /a
- PUTZWASSER STEINBÖDEN	=	0,6 m <sup>3</sup> /a
WASCHMASCHINE	=	-----
PRO PERSON / JAHR		<u>7,2 m<sup>3</sup>/a</u>

5 PERSONEN x 7,2 m<sup>3</sup>/a = 36,0 m<sup>3</sup>/a

- GARTEN 600 m<sup>2</sup>  
PRO 100 m<sup>2</sup> 6 m<sup>3</sup>/a  
600 m<sup>2</sup> 6 x 6 m<sup>3</sup> = 36,0 m<sup>3</sup>/a

JAHRESSUMME 72,0 m<sup>3</sup>/a

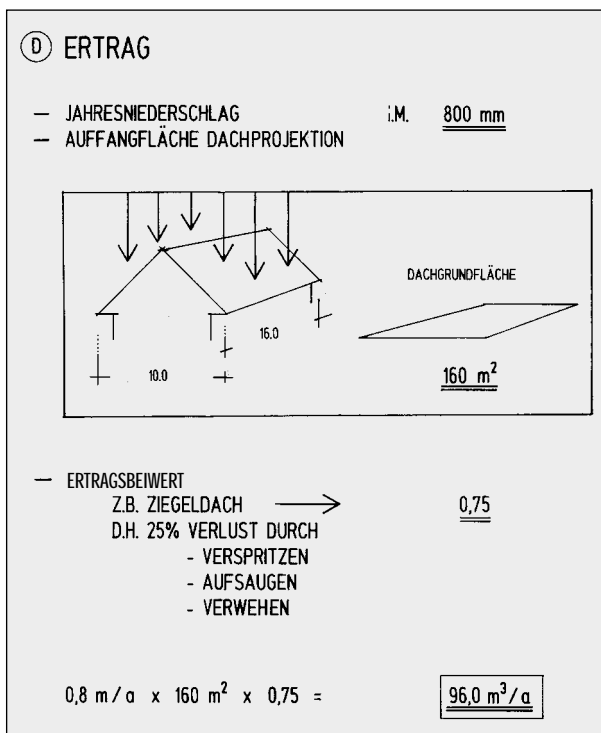
**(C) ZISTERNENGRÖSSE**

1 MONATS-VORRAT BEI EFH  
72,0 m<sup>3</sup>/a : 12 MONATE = 6,0 m<sup>3</sup>

Die Verluste auf der Dachfläche werden berücksichtigt durch den Minderungsfaktor „Ertragsbeiwert“, vgl. Tab. 3 Lit. (6). Dieser Wert kann zwischen 0,3 bei intensiv begrüntem Dächern und 0,8 bei geneigten Hartdächern liegen. Der Wert 0,75 bedeutet, dass nur 75% des theoretisch auftretenden Wassers auch in die Fallrohre gelangt.

Je nach Art des Vorfiltersystems ist mit weiteren Verlusten zu rechnen. Die Beispiele hier sind mit Vorfiltern nach DIN 1989-2 „Typ A“ ohne Wasserverlust gerechnet.

Abb. 34  
Auslegung der  
Zisterne ohne  
Waschmaschine,  
hier mit 18l pro  
Person und Tag für  
WC gerechnet.  
DIN 1989-1 gibt  
24l vor.



Die Einheit des ermittelten Ertrages wird in m<sup>3</sup>/a angegeben, das bedeutet „per anno“; nach Ablauf eines Jahres also wäre die Ertragsmenge von 72 Kubikmetern angesammelt worden bei ausreichender Speichergröße. Der Verbrauch wird nach ähnlicher Rechenart ermittelt: Die Grundlage bildet ein Fünf-Personen-Haushalt, in dem alle WCs mit Regenwasser gespült werden und für Putzzwecke ebenfalls eine bestimmte Menge dem

RICHTWERTE FÜR MEHRGESCHOSSIGEN WOHNUNGSBAU	
PRO BEWOHNER MINDESTENS:	
10 m <sup>2</sup>	DACHGRUNDFLÄCHE FÜR TOILETTENSÜPLUNG
20 m <sup>2</sup>	DACHGRUNDFLÄCHE FÜR TOILETTENSÜPLUNG UND WASCHMASCHINE
REICHT DIE DACHFLÄCHE NICHT AUS, KOMMT EVTLL. GRAUWASSERNUTZUNG IN FRAGE, SIEHE LIT. (39)	

Abb. 35

Regenzone mit 800 mm / Jahr

Betriebswassernetz entnommen wird. Als Mittelwert für den personenbezogenen Tagesbedarf gelten 24 Liter für WC, 12 Liter für die Waschmaschine, Lit. (6).

Die für den Garten benötigte Wassermenge wird pauschal ermittelt nach der Formel: 60 Liter pro Quadratmeter, bzw. 6 m<sup>3</sup> pro 100 m<sup>2</sup> zu bewässernde Fläche als Mittelwert des gesamten Jahres.

Im Beispiel A-B-C sind die Zahlen für Ertrag und Verbrauch gleich groß, also wird der gesamte Bedarf im statistischen Sinne abgedeckt. Nun bestehen monatliche Schwankungen im Niederschlagsaufkommen; eine 4-wöchige Trockenperiode ist keine Seltenheit. Für Deutschland und die angrenzenden Gebiete sollte bei Zisternenanlagen für Einfamilienhäuser auf jeden Fall ein Vorrat für 1 Monat gespeichert werden. Das bedeutet in der Dimensionierung des Regenwasserspeichers: 1/12 bzw. 8,5 % der ermittelten Jahressumme von 72 m<sup>3</sup>/a, also 6,0 m<sup>3</sup>. DIN 1989-1 empfiehlt 6 % des Jahresertrages oder des Jahresverbrauchs, je nachdem, welches der kleinere Wert ist.

Die Wassermengen-Bilanz im zweiten Beispiel D-E-F ist gegenüber dem ersten Beispiel in folgenden Annahmen verändert:

- Der Jahresniederschlag liegt bei 800 mm, was für Städte wie Plauen, Passau, München, Karlsruhe oder Essen typisch ist.
- Bei den Verbrauchswerten ist eine Waschmaschine berücksichtigt. Die Gartenfläche ist mit 120 m<sup>2</sup> wesentlich geringer als im anderen Fall.

Die Wasser-Bilanz weist einen Überschuss aus. Wird die Zisternengröße wieder nach dem 1-Monats-Vorratswert des Jahresverbrauches bemessen, so ist sie 6,8 m<sup>3</sup> groß - ein günstiges, handelsübliches Volumen bei Betonspeichern.

Abb. 36

Bemessung der Zisterne mit Waschmaschinen-nutzung, hier mit 12l pro Person und Tag gerechnet. DIN 1989-1 gibt 10l vor.

**E VERBRAUCH**

ANGENOMMEN:

PERSONENZAHl 5

- WC-SPÜLUNG 24l/d x 365	= 8,8 m <sup>3</sup> /a
- PUTZEN ALLGEMEIN 5l/d x 365	= 1,8 m <sup>3</sup> /a
- WASCHMASCHINE 12l/d x 365	= 4,4 m <sup>3</sup> /a
PRO PERSON / JAHR	<u>15,0 m<sup>3</sup>/a</u>

5 PERSONEN x 15,0 m<sup>3</sup>/a = 75,0 m<sup>3</sup>/a

- GARTEN 120 m<sup>2</sup>  
PRO 100 m<sup>2</sup> 6 m<sup>3</sup>/a  
120 m<sup>2</sup> 1,2 x 6 m<sup>3</sup> = 7,2 m<sup>3</sup>/a

JAHRESSUMME 82,2 m<sup>3</sup>/a

**F ZISTERNENGRÖSSE**

1 MONATS-VORRAT BEI EFH  
82,2 m<sup>3</sup>/a : 12 MONATE = 6,8 m<sup>3</sup>

# Technische Regeln

## 11.0 Allgemein anerkannte Regeln der Technik

DIN-Normen sind nicht automatisch Vertragsbestandteil zwischen Auftragnehmer und Bauherrschaft. Ist konkret nichts anderes vereinbart, ist die Werkleistung nach den anerkannten Regeln der Technik geschuldet. Diese sind nicht identisch mit den DIN-Normen, sie gehen über diese hinaus.

Bundesweit gültige Verordnungen		
Mitteilungspflicht und Sicherheit öffentliches Trinkwassernetz	→	AVBWasserV § 3 (2) und TrinkwV § 13 (3) und 17 (2)
Wesentl. Änderungen Trinkw.netz	→	AVBWasserV § 12
Kennzeichnung Rohrleitungen und Entnahmestellen	→	TrinkwV § 17 (2)
Technische Regeln		
Regenwassernutzungsanlagen generell	→	DIN 1989
Freier Auslauf Trinkwasser-Nachspeisung		auch DIN 1988, Teil 4, 4.2.1 oder wahlweise DIN EN 1717
Kennzeichnung Rohrleitungen		auch DIN 2403
Kennzeichnung Entnahmestellen		auch DIN 1988, Teil 2, 3.3.2
Überlauf zum Kanal		auch DIN 1986 - 100
Rückstausicherung		auch DIN 1997
Versickerung		DWA-A 138
Örtliche Vorschriften		
Überlauf zur Versickerung und Überlauf zum Kanal	→	Wasserrechtsbehörde, Landratsamt, Wasserwirtschaftsamt
Ablauf / Gebühren	→	Örtliche Satzung
Größe der Anlage, Baugenehm.	→	Landesbauordnung

„Nach den Landesbauordnungen sind bauliche Anlagen so anzuordnen, herzustellen, zu unterhalten, zu ändern und abzubereiten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit, nicht gefährdet werden. Bauliche Anlagen müssen ohne Missstände benutzt werden können. Für den bautechnischen Bereich wird zusätzlich bestimmt, dass die allgemein anerkannten Regeln der Baukunst zu beachten sind, wobei als allgemein anerkannte Regeln der Baukunst auch die von der obersten Bauaufsichtsbehörde eingeführten technischen Baubestimmungen zählen.“

Zu dem Rechtsbegriff - allgemein anerkannte Regeln der Baukunst - hat das Reichsgericht bereits im Jahre 1910 in einem Urteil (RGSt 44,86) eine Auslegung gegeben, auf die auch heute noch ausnahmslos zurückgegriffen wird. Als allgemein anerkannte

Abb. 37

Technische Regeln beschreiben die Möglichkeiten, mit denen die gesetzlichen Vorgaben der Verordnungen und örtlichen Vorschriften erfüllt werden können

Regeln der Technik sind danach solche anzusprechen, die sich aus der Summe aller Erfahrungen im technischen Bereich ergeben, deren Bewährung in der Praxis feststeht und von deren Richtigkeit die Fachleute überzeugt sind. Hierzu zählen somit sowohl die oft ungeschriebenen Regeln handwerklicher Ausführung als auch die Regeln, die bei der Planung und Bemessung baulicher Anlagen zu beachten sind und die z.B. in DIN-Normen festgeschrieben sind.“ Lit. (10).

Dies gilt unabhängig davon, ob Anlagen genehmigungspflichtig sind oder nicht. Für die Planung und Ausführung von Betriebswasseranlagen bestehen solche Normen für:

- Anschlüsse an die Kanalisation: DIN 1986 - 100 (Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke), Lit. (4).
- Wassernachspeisung aus der Trinkwasserversorgung: DIN 1988 Teil 4, Abs. 4.2.1, (Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen), Lit. (5). Alternativ DIN EN 1717, Lit. (9)
- Kennzeichnung von Rohrleitungen: DIN 2403, Abs. 7.4 (Kennzeichnung nicht erdverlegter Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff), Lit. (8), und DIN 1988 Teil 4, Abs. 3.2.3, Lit. (5).
- Kennzeichnung von Entnahmestellen, die mit Regenwasser gespeist werden: DIN 1988 Teil 2, Abs. 3.3.2, Lit. (5) u. DIN 4844, Teil 1+2.

*„Das DIN, Deutsches Institut für Normung e.V., ist die für die Normungsarbeit zuständige Institution in Deutschland. Es arbeitet auf der Grundlage seiner Satzung, der seine Arbeit bestimmenden Norm DIN 820 - Normungsarbeit, Grundsätze - und auf der Grundlage des mit der Bundesrepublik Deutschland geschlossenen Normen-Vertrages vom 5. Juni 1975.*

*Die Beachtung der Normen wird vom DIN aufgrund von Einsicht und Zweckmäßigkeit erwartet; sie kann technisch, muss aber nicht rechtlich geboten sein. Eine Anwendungspflicht kann sich jedoch auf Grund von Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Verträgen oder sonstigen Rechtsgründen ergeben.“ Lit. (10).*

Die o.g. Anwendungspflicht ist z.B. dann gegeben, wenn eine finanzielle Förderung der Regenwassernutzung in Anspruch genommen wird und die Förderrichtlinie die Einhaltung dieser DIN-Normen vorschreibt.

*„Wer den DIN-Normen folgt, beachtet damit eine von der einschlägigen Fachwelt aufgestellte und getragene Festlegung. Ein technisch nicht ordnungsgemäßes Verhalten kann ihm aber nicht vorgeworfen werden, wenn ein angestrebtes technisches Ziel auf andere Weise auch erreicht werden kann; denn DIN-Normen sind nicht die einzige, sondern stets nur eine Erkenntnisquelle für technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Regelfall.*

*Durch das Anwenden von Normen entzieht sich aber niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Deshalb wird auch jeder, der beim Anwenden einer DIN-Norm auf eine Unrichtigkeit oder eine Möglichkeit einer unrichtigen Auslegung stößt, gebeten, dies dem DIN unverzüglich mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.“ Lit. (10).*

Weitere, im vorgenannten Sinne „Erkenntnisquellen“ bei der Regenwassernutzung sind die Informationen des DVGW, Lit. (55), der DWA, Lit. (2), des ZVSHK und die Publikationen der fbr, Lit. (14).

DIN-Normen und weitere Technische Regeln sind Hilfestellungen zur Einhaltung der rechtlich bindenden Vorschriften. Ein Beispiel:

Wer in Deutschland einen Anschluss an das öffentliche Trinkwassernetz <sup>1)</sup> beantragt hat, ist an die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser, Lit. (1), vertraglich gebunden:

AVBWasserV §3 (2)

... Der Kunde hat durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass von seiner Eigenanlage keine Rückwirkungen in das öffentliche Wasserversorgungsnetz möglich sind.

Was mit sogenannten „geeigneten Maßnahmen“ zum Schutz des Trinkwassernetzes gemeint ist, wird konkret erst in Normen wie DIN 1988-4, DIN 1989 und DIN EN 1717 ausgeführt <sup>2)</sup>.

- 1) AVBWasserV gilt zunächst nur für privatrechtliche Wasserversorgung. Aus der Anpassungspflicht (§35 AVBWasserV) der Satzungen an §3 folgt, dass für die öffentlichrechtliche Wasserversorgung entsprechendes gilt. Lit. (44) S. 16, vgl. Kap. 5.2.
- 2) Maßgebend für die Anwendung der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10 787 Berlin, erhältlich ist.

*DIN-Normen sind ein Teil der technischen Regeln, eine Hilfe zum Einhalten der rechtlich bindenden Vorschriften und Verordnungen.*

## 11.1 DIN 1989

Mit DIN 1989 Teil 1 (Lit. 6) ist seit April 2002 eine Zusammenfassung sämtlicher Anforderungen an die Regenwassernutzung vorhanden. Sie gilt für Regenwassernutzungsanlagen in Gewerbe und Industrie, sowie im Haushalt zur Gartenbewässerung, Reinigung, Toilettenspülung und zum Wäschewaschen. Gegenüber der bisherigen Praxis hat sich wenig verändert. Die Norm ist aus dem Inhalt des ZVSHK-Merkblattes, Lit. (8), hervorgegangen und ersetzt dieses; sie besteht aus 4 Teilen:

- Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung (April 2002)
- Teil 2: Filter (August 2004)
- Teil 3: Speicher (August 2003)
- Teil 4: Bauteile zur Steuerung, Nachspeisung (August 2005)

Die Teile 2-4 sind Produktnormen, wichtig zur Herstellung und Auswahl DIN-gemäßer Qualität.

Ziel der DIN 1989 ist die Funktions- und Betriebssicherheit, eine einfache Inspektion und Wartung sowie eine optimale Betriebswasserqualität. Negative Auswirkungen auf die Qualität des Trinkwassers müssen ausgeschlossen sein. Aspekte des Schallschutzes, des Brandschutzes und der Abdichtung von Außenwand-Durchführungen sind erwähnt. Gefordert wird die Frostfreiheit aller Anlagenteile, da davon auszugehen ist, dass die Regenwassernutzungsanlagen ganzjährig betrieben werden.

Wird in Wasserversorgungsanlagen, die nicht dem Nutzer gehören wie z.B. in Mietwohnungen, Betriebswasser zur Verfügung gestellt, muss für die Waschmaschine zusätzlich ein Trinkwasseranschluss als Wahlmöglichkeit angeboten werden; siehe Fußnote DIN 1989-1, S. 4.

Gesetzlich vorgeschrieben und auch in dieser Norm enthalten:

- Ein vom Trinkwasser getrenntes Leitungsnetz. Zulässig für Trinkwasserübergabe ist nur der 'Freie Auslauf'.
- Dauerhafte Kennzeichnung von Leitungen und Entnahmestellen
- Mitteilung vor dem Bau der Anlage an Wasserversorger und Gesundheitsamt

## 11.2 Trinkwasser-Nachspeisung

Im Mai 2001 ist zum Schutz des Trinkwassers eine neue Norm erschienen, DIN EN 1717. Sie wird im Zuge der EU-Harmonisierung eines Tages zusammen mit EN 806-1 bis -5 die ganze DIN 1988-1 bis -8 ersetzen. Noch sind nicht alle neuen Normenteile fertig, das wird voraussichtlich bis in das Jahr 2010 dauern. Dann kann eine Übergangsfrist von maximal 6 Monaten folgen. Solange gelten DIN EN 1717 und DIN 1988-4 nebeneinander.

Für die Praxis bedeutet das in der Zwischenzeit, dass bereits in der Planungsphase mit dem Auftraggeber festgelegt werden muss, nach welcher der beiden Normen die Installation auszuführen ist, falls mit Trinkwasser nachgespeist wird. Wer DIN 1989 im Auftrag vereinbart, hat die neue Regel gewählt, denn in Abschnitt 9 'Nachspeisung' ist nur DIN EN 1717 als Grundlage für die Ausführung genannt.

Um auch existierende Anlagen auf ihre Übereinstimmung mit den früher geltenden, anerkannten Regeln der Technik beurteilen zu können, wird nachfolgend das Grundsätzliche am Beispiel der bisherigen Regel 1988-4 beschrieben, die Unterschiede der neuen EN 1717 danach aufgelistet.

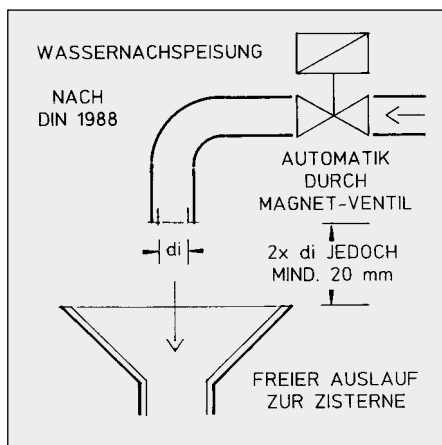
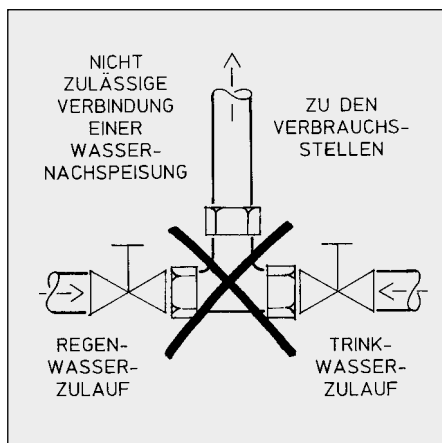


Abb. 38 und 39 interpretieren DIN 1988 Teil 4, Absatz 5. Der Trinkwasseranschluß für die Einspeisung in den Trichter darf, falls er eine **wesentliche** Änderung des Trinkwassernetzes darstellt, nur von einem konzessionierten Fachbetrieb durchgeführt werden, oder vom Wasserversorgungsunternehmen selbst. Dies regelt die AVBWasserV in §12; Lit.(1). Alle anderen Regenwasseranlageanteile können aus rechtlicher Sicht von einem fachkundigen Laien ausgeführt werden.

Abb. 38

Trinkwassernachspeisung nach DIN 1988, auch mit manuellem Ventil zulässig



In DIN 1988, Lit. (5) erfolgt die Zuordnung von Zisternenwasser in die höchste Gefährdungsklasse 5! In Kenntnis der hygienischen Untersuchungsergebnisse, vgl. Kap. 9.0, eine kaum nachvollziehbare Entscheidung. Die Anlagentechnik ist jedoch soweit, dass die Berücksichtigung der Norm keine unzumutbaren Schwierigkeiten macht.

Abb. 39

Nicht zulässige Verbindung einer Trinkwassernachspeisung

Eine Alternative war der Rohrunterbrecher Einbauart A1. Die ergänzenden Festlegungen des DVGW zur DIN 1988, Lit. (55) lassen seit 1990 allerdings nur noch den "Freien Auslauf" zu. Die Deutsche Norm wurde dahingehend nicht mehr korrigiert, da EN 1717 bereits als Ersatz in Vorbereitung war.

DIN EN 1717, Lit. (9), beginnt mit einem nationalen Anhang, als Planungs- und Ausführungshilfe für Deutschland, u.a. einer Tabelle zur Auswahl der Sicherheitseinrichtungen. In Zeile 42, speziell für Regenwassernutzung, sind dort 3 Möglichkeiten aufgelistet:

- Typ AA, der ungehinderte freie Auslauf (z.B. Trichter Abb. 38, doch mit 3 x di als Mindestabstand !)
- Typ AB, der freie Auslauf mit nicht kreisförmigem Überlauf (z.B. Schwimmerventil in einem Nachspeisemodul)
- Typ AD, der freie Auslauf mit Injektor (zur Zeit ohne praktische Bedeutung)

Unterschiede zur DIN 1988-4:

- Die 5 'Trinkwasser-Gefährdungsklassen' wurden umbenannt in 'Flüssigkeits-Kategorien'
- Anstelle von bisher 10 sind künftig 23 Sicherheitseinrichtungen zu unterscheiden, unterteilt in Gruppen, diese in Typen. Die Gruppe 'Freier Auslauf' zum Beispiel besteht aus 6 Typen
- Die Sicherheitseinrichtungen haben jeweils ein neues Symbol erhalten
- Alle Anschlüsse gelten als 'ständig', daher wird der Fall 'kurzzeitiger Anschluss' nicht mehr erwähnt

Die Überflutung der Sicherungseinrichtung bei Rückstau von der Regenwasserseite her muss ausgeschlossen sein, der freie Auslauf außerhalb des Regenspeichers und außerhalb des Einstiegschachtes montiert sein.

Bei Problemen mit der Rückstauhöhe des Zisternenwassers gibt es folgende Abhilfe: Installation des Trinkwasserübergabepunktes mit Trichter im Gebäude ein Geschoss höher, z.B. in der Vorwandinstallation eines WC's oder Bades, ggf. kann sich die Revisionsöffnung hinter einem Fliesenrahmen mit Magnethalterung befinden.

Abb. 40

DIN 1988, Teil 4.5, Tabelle 2, Ausgabe 12.88.

Zuordnung der Sicherungseinrichtungen zu den Trinkwassergefährdungsklassen 1-5

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für die Anwendung der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Tabelle 2. Zuordnung der Sicherungseinrichtungen zu den Klassen 1 bis 5

Nr	Sicherungseinrichtung (nach Abschnitt 4.2)	Klasseneinteilung der Stoffe (nach Abschnitt 4.5.1)			
		1 und 2 (ohne Gefährdung)	3 (wenig giftige Stoffe)	4 (giftige, sehr giftige, krebserzeugende, radioaktive Stoffe)	5 (Erreger übertragbarer Krankheiten)
1	freier Auslauf	●	●	●	●
2	Rohrunterbrecher A1	●	●	●	●
3	Rohrtrenner EA3	●	●	●	Ⓚ
4	Rohrunterbrecher A2	●	●	●	Ⓚ
5	Rohrtrenner EA2	●	●	●	-
6	Rohrschleife	●	●	●	-
7	Rohrtrenner EA1	●	●	-	-
8	Sicherungskombination	●	●	-	-
9	Rückflußverhinderer	●	Ⓚ	-	-
10	Rohrbelüfter	●	-	-	-

Zeichenerklärung:  
 ● : Sicherungsarmatur zugelassen  
 - : Sicherungsarmatur nicht zugelassen  
 Ⓚ : Nur bei kurzzeitigem Anschluß zugelassen (siehe Abschnitt 4.5.2.2)

Beispiel: Wenn in einem Apparat die Wasserbeschaffenheit der Klasse 3 auftreten kann (eventuell nur im Schadensfall), muß der Apparat, wenn er ständig angeschlossen sein soll, mit einer der Sicherungseinrichtungen Nr 1 bis 8 nach Tabelle 2 gesichert werden. Dabei sind die Einbauvorschriften nach Abschnitt 4.2 zu beachten.

### 11.3 Kennzeichnung



Die Trinkwasserverordnung in ihrer alten und in ihrer neuen Fassung fordert die Kennzeichnung der Regenwasser führenden Leitungen, um eine Verwechslung mit Trinkwasserleitungen auszuschließen. Nach neuer Fassung 'TrinkwV 2001', Lit. (54), die ab 01.01.2003 gilt, sind auch die Entnahmestellen zu beschildern. Beides, wie es in Paragraph 17 Absatz 2 heißt, "beim Einbau dauerhaft farblich unterschiedlich" zum Trinkwassernetz. Diese gesetzlich verankerte Vorschrift ist in DIN 1989 Abschnitt 12.7 als technische Ausführungsbestimmung konkreter gefasst und verlangt:

- Leitungen nach DIN 2403 und zusätzlich mit der Aufschrift „Betriebswasser“ oder "Regenwasser" oder „Kein Trinkwasser“ zu kennzeichnen.
- Entnahmestellen mit bildlichem Symbol nach DIN 4844-1 bzw. DIN 4844-2 oder mit den Worten "Kein Trinkwasser" zu beschildern; außerdem einen abnehmbaren oder abschließbaren Drehgriff anzubringen.
- Ein Hinweisschild am Hauswasserzähler oder in der Nähe der Trinkwasserhauseinführung zu installieren, sinngemäß mit der Aufschrift: "Achtung! In diesem Gebäude ist eine Regenwasser-nutzungsanlage installiert. Querverbindungen sind nicht zulässig."

Abb. 41

Kennzeichnung

DIN 2403, Lit. (8), wurde ursprünglich für die Hüttenindustrie gebraucht zur 'Kennzeichnung der Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff'. Als Gruppenfarbe für alle wasserführenden Leitungen ist grün definiert. Schilder mit Richtungspfeilen tragen demnach die Begriffe der Wasserart in weißer Schrift auf grünem Grund. Bei Industrieanlagen werden statt Worten auch Ziffern verwendet, z. B. für Trinkwasser 1.0.

DIN 4844-1 definiert das bildliche Symbol 'Kein Trinkwasser' durch ein rundes Zeichen mit rotem Rand, der den schwarzen Wasserhahn mit darunter stehender Henkeltasse auf weißem Grund mit einem roten Diagonalbalken durchstreicht.

Die einfachste Möglichkeit zur Kennzeichnung der Rohrleitungen im Wohnhaus sind selbstklebende Banderolen für Aufputz-Leitungen mit Aufdruck „Kein Trinkwasser“ in weißer Schrift auf grünem Grund. Solche Kleber werden in Abständen auf die Regenwasserleitungen geklebt. Wo die Rohre unter Putz verlegt sind, werden entsprechend bedruckte Fahnen aus Plastikfolie am laufenden Meter mit eingeputzt. Sämtliche hier genannten Produkte sind über solche Firmen zu erhalten, die im Bezugsquellenverzeichnis sich zur Lieferung kompletter Regenwassernutzungsanlagen anbieten.

### 11.4 Überlauf und Rückstausicherung

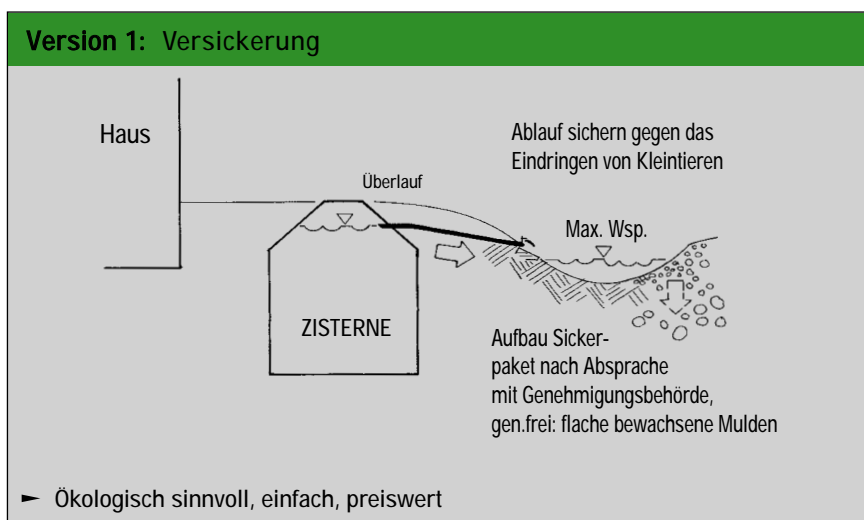
Der Überlauf aus Regenspeichern soll in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt werden, möglichst über bewachsene Sickermulden. In den meisten deutschen Bundesländern ist bei Dachentwässerung von Wohngebäuden dafür keine wasserrechtliche Erlaubnis mehr nötig. Zunehmend wird die Versickerung vor Ort sogar von den Behörden gefordert. Liegt der Speicherüberlauf unterhalb der Sickereinrichtung, so kann das Wasser nur über eine niveaugesteuerte Pumpe in die Sickereinrichtung geleitet werden.

Bei Kanalanschluss muss der Überlauf rückstaufrei angeschlossen sein, d.h. die Rohrsohle des Ablaufes am Speicher liegt höher als die Rückstauenebene des Kanals; siehe Abb. 43. Sofern die örtlichen Behörden bzw. Betreiber der Abwasseranlagen in der Entwässerungssatzung nichts anderes angeben, gilt die Oberkante Strasse/Kanalschacht-Abdeckung als massgebliche Rückstauenebene.

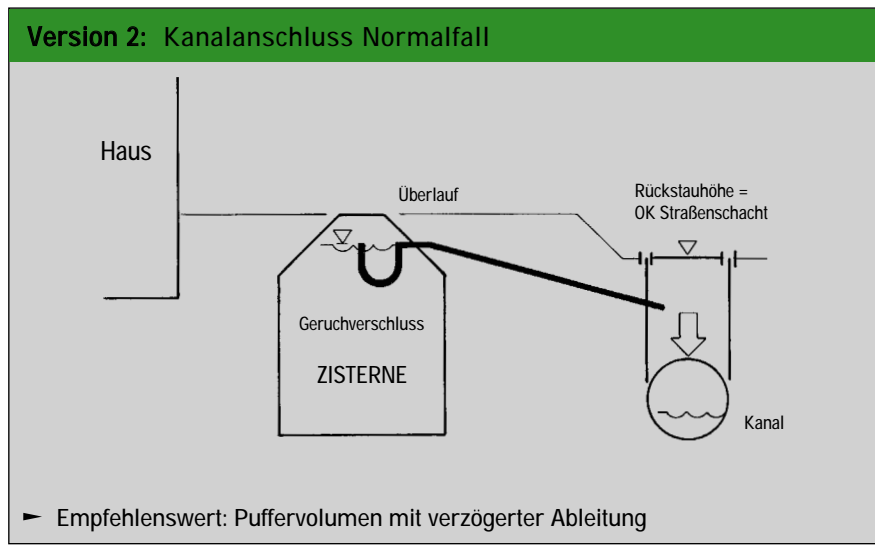
Liegt der Speicherüberlauf unterhalb der Rückstauenebene des Kanals, so ist eine Hebeanlage erforderlich, Abb. 44 (Als Funktion integriert bei Hauswasserwerk Mall „Regencenter Monsun Plus“).

Im Rückstaufall, meist während heftigen Niederschlägen, muss mit weiter anhaltendem Speicherzulauf gerechnet werden. Trotz automatischer Hebeanlage ist nicht gewährleistet, dass in jedem Betriebszustand eine sichere Ableitung des Überlaufes erfolgt. Es wird damit gerechnet, dass z. B. bei Stromausfall ein Überdruck im Sammelsystem auftreten kann. Wegen der damit verbundenen Gefahr von Wasserschäden im Gebäude werden Innenspeicher unterhalb Rückstauenebene nicht empfohlen.

Abb. 42  
Überlauf oberhalb Rückstauenebene  
Versickerung und Verdunstung über stehende Wasserflächen/bewachsene Mulden

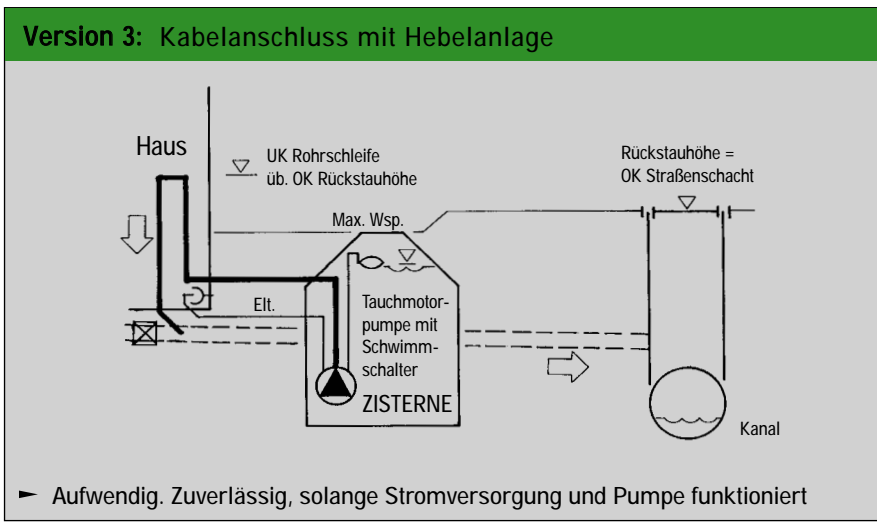


rechts, Abb. 43  
 Überlauf oberhalb  
 Rückstauenebene  
 Kanalanschluss mit  
 Geruchverschluss

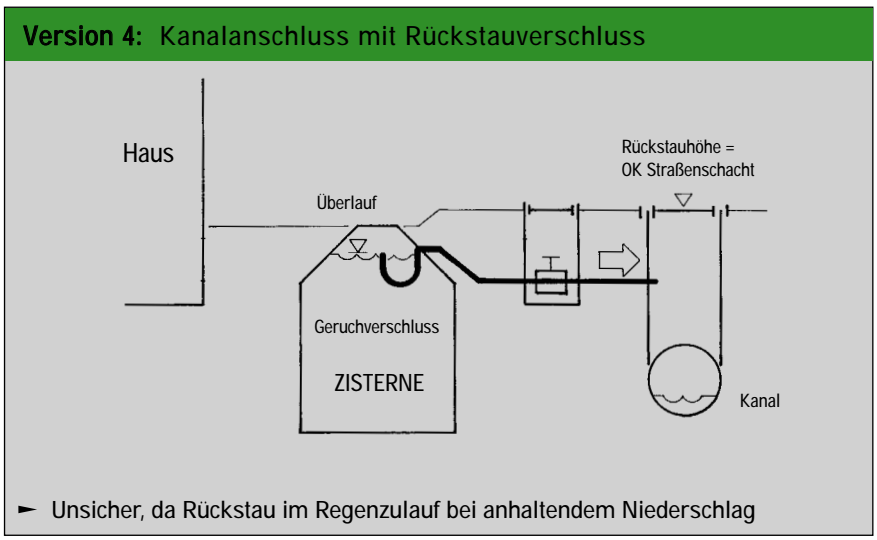


unten, Abb. 44  
 Überlauf unterhalb  
 Rückstauenebene  
 Kanalanschluss mit  
 Hebeanlage

Alternativ zur Hebeanlage können Aussenspeicher unterhalb Rückstauenebene auch mit einem Rückstauverschluss für fäkalienfreies Abwasser nach DIN 1997, Lit. (7), an den Kanal angeschlossen werden, allerdings nur an den Niederschlagswasserkanal eines Trennsystemes; Abb. 45. Entgegen den Vorgaben der DIN 1997 genügt beim Regenspeicherüberlauf ein Betriebsverschluss ohne zusätzlichen Notverschluss, Lit. (6). Er sollte auch nicht elektrisch verriegelt sein, damit ein Staudruck auf der Zulaufseite, wenn er grösser wird als der Kanal-Staudruck, die Klappe zur



Entlastung aufdrücken kann. Da auch geschlossene Klappen einen geringen Anteil des unter Druck angestauten Kanalabwassers eindringen lassen, ist bei Zisternen der Anschluss an Mischwasserkanal mit Rückstauverschluss nicht zulässig nach DIN 1989, Lit. (6).



links, Abb. 45  
 Überlauf unterhalb  
 Rückstauenebene  
 Kanalanschluss mit  
 Rückstauverschluss

## Literaturverzeichnis

- (1) AVBWasserV - Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser vom 20. Juni 1980. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1980, Teil I. S. 750 - 757, Bonn, 1980.
- (2) DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef, 2005
- (4) DIN 1986-100. Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 12056. Berlin, Beuth Verlag, 2002. \*
- (5) DIN 1988. Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen, Berlin, Beuth Verlag 1988. \*
- (6) DIN 1989. Regenwassernutzungsanlagen. Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung. Berlin, Beuth Verlag, 2002. \*
- (7) DIN 1997. Absperrarmaturen für Grundstücksentwässerungsanlagen. Berlin, Beuth Verlag, 1984. \*
- (8) DIN 2403. Kennzeichnungen von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff. Berlin, Beuth Verlag, 1984. \*
- (9) DIN EN 1717. Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasser-Verunreinigungen durch Rückfließen. Berlin, Beuth Verlag, 2001. \*
- (10) Ebeling: Hinweise zur Anwendung von DIN-Normen. Vorwort in Wohnungsbau Normen. 19. Auflage. Beuth Verlag, Werner Verlag, Berlin/Düsseldorf, 1991.
- (11) fbr Presse-Information Nr. 14/98: VGH Urteil zum Wäschewaschen mit Regenwasser in Bayern. Bayerischer Verwaltungsgerichtshof - 23 B 97.2120 - Urteil v. 22.09.1998.
- (12) fbr Schriftenreihe Band 1: Zukunft der Regenwassernutzung. Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung fbr e.V. Darmstadt (Hrsg.), Frankfurt/M., 1996.
- (13) fbr Schriftenreihe Band 4: Betriebswassernutzung. Aktuelle Beiträge 1998/1999. Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung fbr e.V. (Hrsg.), Darmstadt, 1999.
- (14) fbr top, Loseblatt-Reihe zu grundsätzlichen Themen der Regenwassernutzung. Auszug aus fbr top 1, Regenwassernutzungsanlagen (RWNA): Moderne und ökologische Haustechnik, Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung fbr e.V. (Hrsg.), Darmstadt.
- (17) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG), Neufassung vom 19.11.1996.
- (22) Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit: Berücksichtigung hygienischer Belange in öffentlichen Einrichtungen, die mit einer Regenwassernutzungsanlage ausgestattet sind. St. Anz. 10 / 1999 S.709.
- (25) Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit. (Hrsg.): Wasser in Hessen. Zwölf beispielhafte Projekte zum umweltgerechten Umgang mit Wasser. Wiesbaden, 1996.
- (26) Hofstätter, A. und Sperfeld, D.: Trinkwasserverordnung und Regenwassernutzung aus Sicht bundesdeutscher Ministerien. Artikel in fbr-wasserspiegel, Mitgliederzeitschrift der Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung fbr e.V. (Hrsg.), Darmstadt, Heft 2/02, Seite 8.
- (27) Holländer, R.: Regenwassernutzung - Hygienische Aspekte. In: Wasserwirtschaft, Heft 2, Verlagsges. Friedr. Vieweg & Sohn, Wiesbaden, 1998.
- (28) Holländer, R., Block, D., Walter, C.: Hygienische Aspekte bei der Wäsche mit Regenwasser. Forum Städte-Hygiene Nr. 44, Seite 252 - 256, 1993.

\* Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für die Anwendung der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10 787 Berlin, erhältlich ist.

- (29) Holländer, R. u.a.: Mikrobiologisch-hygienische Aspekte bei der Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser für Toilettenspülung, Gartenbewässerung und Wäschewaschen. Das Gesundheitswesen, Heft 5/96. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1996.
- (33) König, K.: Zum Umgang mit Regenwassernutzung, Leitfaden für Kommunen in Deutschland. Ökologie, Recht und Gebühren, Technik. Beispiele und Erfahrungen aus Sicht der Gemeindeverwaltung; Mall-Verlag, DS-Pföhren, 1999.
- (35) Lahn-Dill-Kreis, Gesundheitsamt (Hrsg.): Technik und Hygiene bei der Regenwassernutzung, 2. Auflage, Stand: Juni 1998.
- (39) Michael, K. u. C.: Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2001, (Hrsg.): Niedrig-Energie-Institut Detmold, GbR. Rosental 21, 32756 Detmold, 2001. Siehe auch [www.nei-dt.de](http://www.nei-dt.de) und [www.spargeraete.de](http://www.spargeraete.de).
- (40) Mönninghoff, Hans, (Hrsg.): Wege zur ökologischen Wasserversorgung. 1. Auflage, Ökobuch Verlag, Staufen 1993.
- (43) Pöttgen, G.: Die rechtliche Situation der Brauch- und Regenwassernutzung. Artikel in fbr-wasserspiegel, Mitgliederzeitschrift der Fachvereinigung für Betriebs- und Regenwassernutzung fbr e.V. (Hrsg.), Darmstadt, Heft 1/98, Seite 16 (auch als Sonderdruck erhältlich).
- (44) Regenwassernutzung. Kommunale Umwelt-Aktion U.A.N., (Hrsg.). Schriftenreihe Heft 14, Hannover, 1993.
- (45) Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 02.11.1998 über die Qualität des Wassers für den menschlichen Gebrauch (98/83/EG), Amtsblatt der EG vom 05.12.1998 - L 330, S. 32 – 54.
- (46) Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 08.12.1975 über Qualität der Badegewässer (76/160/EWG). Amtsblatt der EG vom 05.02.1976 - L 31/1.
- (47) Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn, Jan. 2002.
- (48) Rott, U. und Schlichtig, B.: Regenwassernutzung - Ein Beitrag zum Gewässerschutz oder eine Gefährdung für die Sicherheit unserer Wasserversorgung? In: Wasser und Boden, Heft 11, Paul Parey Zeitschriftenverlag Hamburg, 1994.
- (49) Sämman, U. u.a.: Gutachtliche Betreuung von neun Pilotanlagen zur Regenutzung mit doppelten Wasserversorgungsnetzen in Hannover. Erstellt im Auftrag der Stadt Hannover, 1994.
- (50) Schmidt, Hennich: Untersuchungen zur Regenwassernutzung in Wohnbauten. Dissertation Fachbereich Architektur, TU Braunschweig, 1986.
- (51) Schulungszentrum Regenwassernutzung (Hrsg): Gesetzliche Grundlagen für die Regenwassernutzung und Versickerung, Zusammenstellung für alle Bundesländer. Kefenrod, 3. Auflage, Mai 2000.
- (54) TrinkwV 2001, Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001. Teil 1 Nr. 24, S. 959 – 980, Berlin 2001.
- (55) twin 6 - 01/94: Ergänzende Festlegungen des DVGW zur DIN 1988, Ausgabe Dez. 1988, im Einvernehmen mit dem NAW im DIN, Eschborn, 1994.
- (56) Umweltbehörde Hamburg & Hamburger Wasserwerke, (Hrsg.): Regenwassernutzung im Haus. 5. Auflage. Hamburg, 1992.

## Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 13	Foto: K. W. König	25
Abb. 14 + 15	Quelle: Lit. (33), K. W. König	26 - 27
Abb. 16 + 17	Grafik: K. W. König	28 - 29
Abb. 18 + 19	Foto: K. W. König	29 - 30
Abb. 20 + 22	Quelle: Produktinformation: Mall	30 + 31
Abb. 21 + 23	Foto: J. Fehrenbacher	30 - 31
Abb. 24	Foto: K. W. König	32
Abb. 25	Foto: Werkfoto MIELE	33
Abb. 26	Quelle: Lit. (28), Holländer: Wäsche	34
Abb. 27	Quelle: Lit. (27), Holländer: Zisternenwasser	34
Abb. 28	Quelle: Lit. (29), Holländer: Richt- und Grenzwerte	35
Abb. 29	Quelle: Lit. (49), Stadt Hannover	36
Abb. 30	Grafik: K. W. König	37
Abb. 31	Quelle: Produktinformation PARADIGMA	38
Abb. 32	Grafik: G. Deltau	39
Abb. 33 - 39	Grafik: K. W. König	40 - 45
Abb. 40	Quelle: DIN 1988, Teil 4.5, Tab. 2, Ausgabe 12.88, Lit. (5)	46
Abb. 41	Foto: Mall	46
Abb. 42 - 45	Grafik: K. W. König	47 + 48

**Mall GmbH**  
Hüfanger Straße 39-45  
78166 Donaueschingen  
Tel. +49 771 8005-0  
Fax +49 771 8005-100

**Mall GmbH**  
Grünweg 3  
77716 Haslach i. K.  
Tel. +49 7832 9757-0  
Fax +49 7832 9757-290

**Mall GmbH**  
Industriestraße 2  
76275 Ettlingen  
Tel. +49 7243 5923-0  
Fax +49 7243 5923-500

**Mall GmbH**  
Roßlauer Straße 70  
06869 Coswig (Anhalt)  
Tel. +49 34903 500-0  
Fax +49 34903 500-600

**Mall GmbH**  
Oststraße 7  
48301 Nottuln  
Tel. +49 2502 22890-0  
Fax +49 2502 22890-800

**info@mall.info**  
**www.mall.info**