

Reinigung von Grauwasser -
ein biologisches Konzept zur
Brauchwassernutzung

Robert Frank

Sonderdruck aus:
Veitshöchheimer Berichte • Heft 81

Veränderter Nachdruck des Beitrags:

Reinigung von Grauwasser - ein biologisches Konzept zur Brauchwassernutzung

Erschienen in:

Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege
Heft 81 - 2005, Seite 71-80
ISSN 0944-8500

Herausgegeben von:

Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau
Abteilung Landespflege

An der Steige 15
97209 Veitshöchheim

Telefon: 0931/9801-402
Telefax: 0931/9801-400
e-Mail: poststelle@lwg.bayern.de
Internet: www.lwg.bayern.de



Reinigung von Grauwasser

Ein biologisches Konzept zur Brauchwassernutzung

Robert Frank

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Versuches der Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim wurde eine Brauchwasseranlage zur Reinigung von Grauwasser gebaut, wobei das Augenmerk im besonderen Maße auf die Reinigungsleistung in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate und auf den Einsatz von Repositionspflanzen unter ästhetisch gestalterischen Aspekten gelegt wurde. Nach Abschluss des Projektes werden für diese vier bepflanzten Bodenfilter, Lösungsvorschläge im Hinblick auf eine verbesserte biologische Reinigungsleistung, Bemessungsempfehlungen und Neuerungen bezüglich der Konstruktion, des eingesetzten Materials und den verwendeten Repositionspflanzen vorgestellt.

Die Ergebnisse der Grauwasseranalysen dokumentieren eine stabile und hohe Reinigungsleistung der bepflanzten Bodenfilter seit Inbetriebnahme im Jahr 2002. Die Reinigungsleistung der einzelnen Bodenfilter findet über die gesamte Laufzeit des Versuches auf einem sehr hohen Niveau statt (95-99 %). Das gereinigte Grauwasser entspricht qualitativ den Anforderungen der EU-Richtlinie über die Qualität für Badegewässer. Aufgrund dieser guten und stabilen Reinigungsleistung, des ganzjährig störungsfreien Einsatzes, der hohen Pufferkapazität und der geringen Baukosten, eignen sich bepflanzte Bodenfilter bestens zur Reinigung von häuslichem Grauwasser. Das biotechnisch gereinigte Grauwasser kann somit als Brauchwasser oder als Brauchwasser zur Nachspeisung von Zisterne eingesetzt werden. Alternativ hierzu ist auch die Versickerung in einer Rigole oder einer Muldenversickerung möglich.

Problemstellung



Die Bereitstellung von Trinkwasser wird zusehends teurer. Außerdem stellt die Trinkwassergewinnung in den Bereichen, wo das Grundwasser entnommen wird, einen schwerwiegenden Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt dar. Deshalb ist es aus ökonomischen und ökologischen Überlegungen sinnvoll, überall dort Brauchwasser einzusetzen, wo nicht aus hygienischen Gründen Trinkwasser erforderlich ist. In vielen niederschlagsärmeren Regionen unseres Landes reicht jedoch der Niederschlag für die Brauchwassergewinnung nicht aus, so dass eine Nachspeisung der Zisterne mit Trinkwasser erforderlich wird (FRANK 1998). Allerdings stellt eine häufige Trinkwassernachspeisung die Wirtschaftlichkeit von Regenwassernutzungsanlagen (RWNA) in Frage. Aus diesen Gründen sollten neue Möglichkeiten der Brauchwassergewinnung gefunden und erprobt werden, wie beispielsweise die Nachspeisung der Zisterne mit gereinigtem Grauwasser. Grauwasser ist jener Teil des häuslichen Abwassers, der frei von Fäkalien und hochbelastetem Küchenwasser (Fette) ist.

Grauwasser ist somit weniger mit organischen Substanzen und pathogenen Keimen belastet als das gesamte häusliche Abwasser (FRANK und KOLB 2001). Deshalb verspricht eine biologische Reinigung dieser Wässer eine sehr gute Abbaurate mit lediglich geringer Restbelastung. Der Vorteil von Grauwasser liegt in seiner permanenten Verfügbarkeit (es fällt täglich in etwa gleichen Mengen im Haushalt an) und in seiner kostengünstigen, wartungsarmen und chemiefreien Aufbereitung. Die Nutzung von gereinigtem Grauwasser als Brauchwasser könnte in vielen Haushalten zu erheblichen Einsparungen von Trinkwasser führen. Ebenso würde die Nutzung von gereinigtem Grauwasser als alternative Trinkwassernachspeisung in RWNA sowie die Versickerung des Überschusswassers zusätzlich die Abwasserkanäle und Klärwerke in Extremsituationen entlasten.

Material und Methodik

Die Grauwasserreinigung in bepflanzten Bodenfiltern

Grauwasser ist ein Teil des häuslichen Abwassers und kann somit auch wie dieses biologisch gereinigt werden. Die Wirkungsmechanismen sind die gleichen wie in der biologischen Abwasserbehandlung (FRANK und KOLB 2001).

Aufbau und Funktionsweise der Grauwasseranlage

Für die Durchführung des Versuches wurden vier vertikal durchströmte Bodenfilter mit verschiedenen Substraten konzipiert. Die Bodenfilter, mit einem Durchmesser von 2 m und einer Tiefe von 1 m sind von der Bemessung, der Hydraulik und der Reinigungsleistung jeweils für einen Vierpersonenhaushalt ausgelegt (siehe Abb. 1). Jeder Bodenfilter wird mit der Abwassermenge, die als Grauwasser in einem Vierpersonenhaushalt anfällt, beschickt. Der Versuch

ist so aufgebaut, dass er einen direkten Vergleich der vier bepflanzten Bodenfilter ermöglicht. Da die Beschaffung der benötigten Grauwassermengen große Probleme bereitet, wird das Brauchwasser aus Uferfiltrat mit den anteiligen Mengen an Waschmitteln versehen, technisch hergestellt. Für die Ermittlung der organischen Stoffe und der Mikrobiologie wurde die Anlage über eine Zeitspanne von drei Tagen mit Originalgrauwasser aus Dusche und Badewanne beschickt. Das gereinigte Grauwasser wird anschließend über Probenahmeschächte in einen Sammelschacht geleitet, von wo es in eine Rigole gepumpt und versickert wird. Der Einsatz von verschiedenen Substraten soll Aufschluss geben, ob die Reinigungsleistung solcher Anlagen optimiert werden kann. Im Einzelnen handelt es sich um vier bepflanzte vertikal durchströmte Bodenfilter (BF) mit verschiedenen Substraten und Pflanzen:

BF1: Basalt-Splitt 2/8; BF2: Zeoflor 1/8;
BF3: Lavadrän 2/8; BF4: Vulka-Bims 2/5;

Repositionspflanzen für BF1-BF4:

Iris sibirica, *Iris versicolor*, *Lythrum salicaria*, *Ageratina altissima* früher *Eupatorium rugosum*, *Hemerocallis minor*, *Ajuga reptans* und *Salix hastata wehrhahnii*.

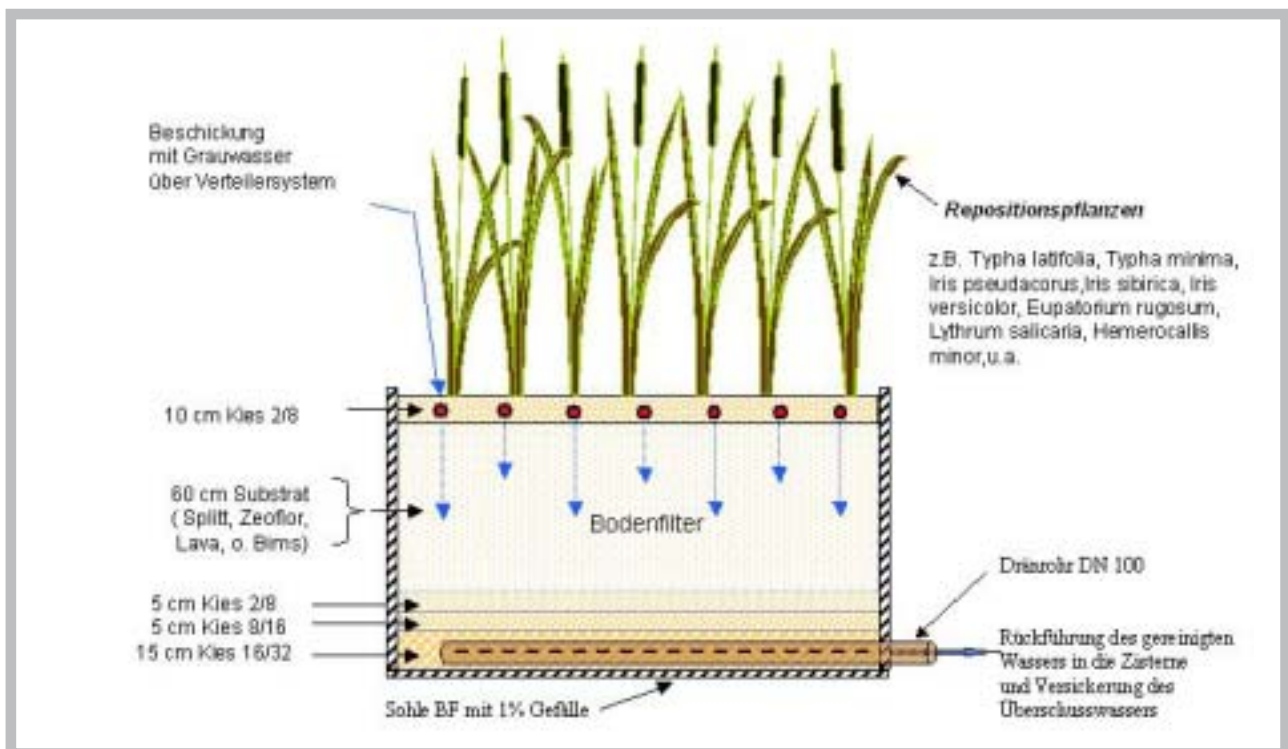


Abb. 1: Schematische Darstellung eines bepflanzten und vertikal durchströmten Bodenfilters zur Reinigung von Grauwasser

Geeignete Repositionspflanzen

Für die Beteiligung an der Reinigung von Abwasser im Pflanzenbeet eignen sich Pflanzenarten, die vorwiegend im sumpfigen Boden wachsen (Helophyten). In vielen Pflanzenkläranlagen hat sich *Phragmites australis* (Schilf) durchgesetzt. Als Tiefwurzler ist Schilf in der Lage, den Bodenkörper zu lockern und auf Dauer durchlässig zu halten. Obwohl Schilf die besten Voraussetzungen für die biologische Reinigung von Abwasser bietet, wurden aufgrund der erweiterten Zielsetzung in diesem Versuch andere Repositionspflanzen eingesetzt (siehe Bepflanzung BF). Die Hauptaufgabe dieser Repositionspflanzen ist zwar in erster Linie die biologische Reinigung des Grauwassers zur weiteren Verwendung als Brauchwasser. Allerdings wird diesen Pflanzen eine weitere wichtige Rolle zuteil. Hierbei handelt es sich um die attraktive Gestaltung des bepflanzten Bodenfilters zwecks Einbindung der Grauwasseranlage in den Hausgarten, Grünfläche oder Staudenrabatte. Bei der Auswahl der Pflanzen wurde besonderes Augenmerk auf die Form, Vielfalt und den Habitus gelegt (siehe Bild 1).



Bild 1: Aufgrund der ästhetisch sehr ansprechenden Bepflanzung lässt sich die Grauwasseranlage sehr gut in Grünflächen oder einen Hausgarten integrieren.

Ergebnisse



Die Grauwasseranlage wurde im Herbst 2001 gebaut. Seit Inbetriebnahme arbeitete die Anlage störungsfrei. Die Ergebnisse aus den Jahren 2002-2004 dokumentieren eine stabile Reinigungsleistung.

Organische Stoffe und Nähr Elemente

Die im Grauwasser vorhandenen organischen Stoffe, zusammengefasst als Summenparameter CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) und BSB5 (Biochemischer Sauerstoffbedarf) sind im Vergleich zum gesamten häuslichen Abwasser in etwa fünfmal geringer belastet (siehe Tab. 1). Sie werden sowohl von den Mikroorganismen im Bodenfilter, als auch über die Pflanzen aufgenommen und "verstoffwechselt". Die Reinigungsleistung der bepflanzten Bodenfilter beträgt für die in dem Grauwasser enthaltenen organischen Stoffe bis zu 95 %. Die Tenside wurden bis zu 99 % abgebaut und die Färbung des gereinigten Grauwassers, ausgedrückt durch den spektralen Absorptionskoeffizienten,

verbessert sich von $1,5 \text{ m}^{-1}$ auf $0,4 \text{ m}^{-1}$. Dieser Wert unterschreitet den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von $0,5 \text{ m}^{-1}$, das heißt es handelt sich auch optisch um ein sehr sauberes klares Wasser. Die Nähr Elemente im gereinigten Grauwasser werden durch die Repositionspflanzen weiter abgebaut. Sie befinden sich in einer Größenordnung, die in etwa vergleichbar mit denen des Zisternenwassers sind. Der pH-Wert von 7,9 befindet sich somit im Rahmen der vorgegebenen Grenzwerte sowohl der EU-RL für Badegewässer als auch der Trinkwasserverordnung.

Tenside

Tenside sind das Herzstück der Wasch- und Reinigungsmittel. Sie gelangen zusammen mit den Waschmitteln in das häusliche Abwasser bzw. Grauwasser. Werden sie in Vorfluter eingeleitet oder versickert, belasten sie zusammen mit anderen Substanzen die Oberflächengewässer oder das Grundwasser. Biologisch leicht abbaubare Tenside werden bereits im Abwasser bzw. im Grauwasser sehr schnell abgebaut. Die biologisch weniger leicht abbaubaren Tenside müssen über eine weitere Reinigungseinrichtung abgebaut werden, wie es hier mit den bepflanzten Bodenfiltern der Fall ist. Aus versuchstechnischen Gründen unterscheiden wir zwischen "Original-Grauwasser" aus Dusche und Bad und "Technischem Grauwasser" hergestellt aus Uferfiltrat und tensidhaltigen Waschmitteln.

Im Original-Grauwasser wurden die Tenside mit einer Ausgangskonzentration von $2,98 \text{ mg/l}$ bis zu 99 % abgebaut, so dass eine Restbelastung von lediglich $0,03 \text{ mg/l}$ verblieb (siehe Tab. 1). Bei diesem Ausgangs-

Tab. 1: Inhaltstoffe von Original-Grauwasser vor und nach der Reinigung in bepflanzten Bodenfiltern im Vergleich mit Regenwasser (gesammelt in Zisternen), mit den Grenzwerten für Badegewässer sowie denen der Trinkwasserverordnung

Original Grauwasser 2002	Organische Stoffe / Nährelemente										Sonst. Parameter chemisch u. physik.		
	CSB	BSB ₅	P-Index	NO ₂ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ -P	K	Mg	Na	Chlorid	Färbung	Tenside	pH
	mg / l										m ⁻¹	mg/l	
Bodenfilter Zulauf	137	49	19	0,0	7,3	0,93	9,3	35	90	70	1,5	2,98	8,0
Bodenfilter Ablauf	8	3	2	0,0	1,6	0,61	3,2	31	30	66	0,4	0,03	7,9
Reinigungs- %	94	94	89	-	78	34	66	11	67	5,7	73	98,9	-
Mittelwerte von 44 Zisternen	-	-	1,8	0,1	1,1	0,2	6,7	1,2	1	-	-	-	7,9
Grenzwerte gem. der EU-RL Badegewässer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	6-9
Grenzwerte gem. der TrinkwV	-	-	5,0	0,1	50	6,7	12	50	150	250	0,5	0,2	6,5-9,5

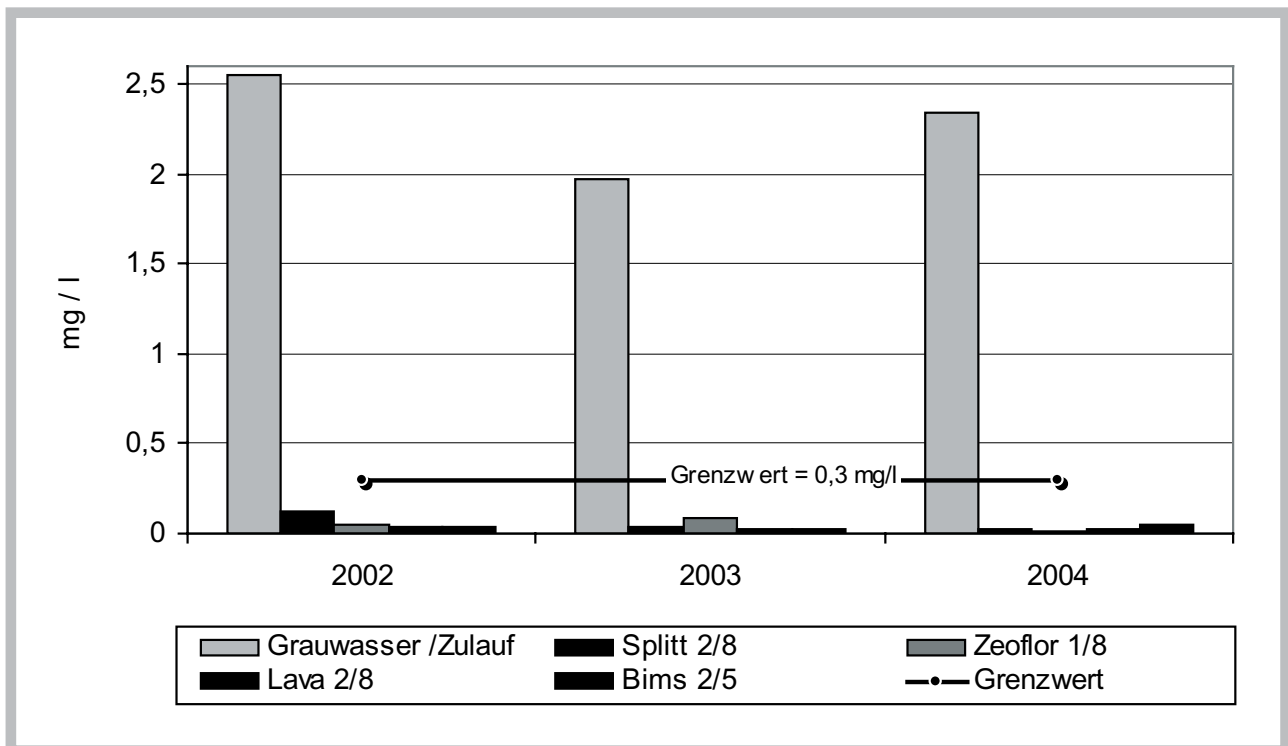


Abb. 2: Jahresmittelwerte der Tensidkonzentrationen (Techn. Grauwasser) im Zulauf und Ablauf der vier bepflanzten Bodenfilter im Vergleich mit den Grenzwerten der EU-RL für Badegewässer

wert handelt es sich um eine Momentaufnahme, der sich je nach Duschvorgang erheblich verändern kann.

Im "Technischen Grauwasser" konnten die Ausgangskonzentrationen aufgrund der genauen Dosierung relativ konstant in einer Größenordnung von ca. 2,5 mg/l gehalten werden. Die Restbelastung konnte über die ganze Laufzeit des Projektes problemlos bei < 0,08 mg/l gehalten werden, d.h. der Grenzwert gem. der EU-RL für Badegewässer wird konstant um den Faktor 10 unterschritten (siehe Abb. 2). Die Reinigungsleistung der einzelnen Bodenfiltern findet bereits ab dem ersten Betriebsjahr auf einem sehr hohen Niveau statt (95-99 %). Geringe Schwankungen bezüglich der Reinigungsleistung sind unabhängig vom eingesetzten Substrat zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet lediglich der Bodenfilter mit Lava, der über die gesamte Laufzeit des Projektes die höchste und konstanteste Reinigungsleistung erzielt (siehe Abb. 3).

Pathogene Keime

Für die Ermittlung der pathogenen Keime wurden verständlicher Weise nur Proben aus dem Original-Grauwasser gezogen. Hierfür wurde ein Bodenfilter mit Grauwasser aus Bad und Dusche drei Tage lang mit der Grauwassermenge eines Vierpersonenhaushaltes beschickt, so dass sich die Mikroorganismen den neuen Gegebenheiten im Bodenfilter anpassen konnten. Voraussetzung für die Wiederverwendung des gereinigten Grauwassers als Brauchwasser ist ein fast keimfreies Wasser. Die verbleibende geringe Verkeimung des Grauwassers sollte nicht höher als die des Zisternenwassers sein, so dass durch die Nach-



Bild 2: Querschnitt durch ein Verteilerrohr des Beschickungssystems. Das Rohr ist bereits zur Hälfte mit Wurzeln der Repositionspflanzen zugesetzt.

speisung keine wesentliche Vergrößerung der Keimzahl in der Zisterne stattfinden kann. Die im Vergleich mit häuslichem Abwasser geringe Verkeimung des Grauwassers wird in den bepflanzten Bodenfiltern weiter um den Faktor 100 reduziert (siehe Abb. 4). Die im gereinigten Grauwasser ermittelte Restverkeimung ist somit durchaus vergleichbar mit derjenigen von Regenwasser, das in Regenwassernutzungsanlagen gesammelt wurde. Es eignet sich somit problemlos auch zur Nachspeisung dieser Anlagen.

Hinweise für die Praxis



Konstruktion und Beschickung

Die Zusammensetzung des Original-Grauwassers kann je nach Anfall und Zeitpunkt der Beschickung erheblich schwanken. Um diese Schwankungen zu ver gleichmäßigen und zu minimieren, sollte dem bepflanzten Bodenfilter ein Sammelschacht vorgeschaltet sein, der über einen Filter die angeschwemmten Haare und Flusen entfernt. Als frostsichere Einrichtung im Winter muss die Beschickung so konzipiert sein, dass eine flächige Verteilung mit anschließender zügiger Verrieselung des ausgebrachten Grauwassers gewährleistet ist. Die Einbettung des Verteilersystems in Rollkies schützt auf Dauer nicht vor einwachsenden Wurzeln (siehe Bild 2). Aus diesem Grunde ist es angebracht, das Verteilersystem oberirdisch auf den Rollkies aufzulegen. Dieser bietet weiterhin Aufprallschutz für das darunter liegende Substrat und verhindert somit dessen Auswaschung oder Wegspülung. Des weiteren wird die Kontrolle und eine evtl. Reinigung des Verteilersystems erleichtert.

Pflanzenauswahl

Bei der Auswahl geeigneter Repositionspflanzen ist im besonderen Maße auf die Wurzelintensität der Pflanzen zur Lockerung des Substrates zu achten. Hierbei ist es wichtig, solchen Pflanzen den Vorzug zu geben, die ein in die Tiefe reichendes intensives Wurzelsystem ausbilden. Allerdings ist es wichtig, dass bei der Auswahl Pflanzen mit unterschiedlich intensivem Wurzelwerk als Komposition in entsprechender Mi-

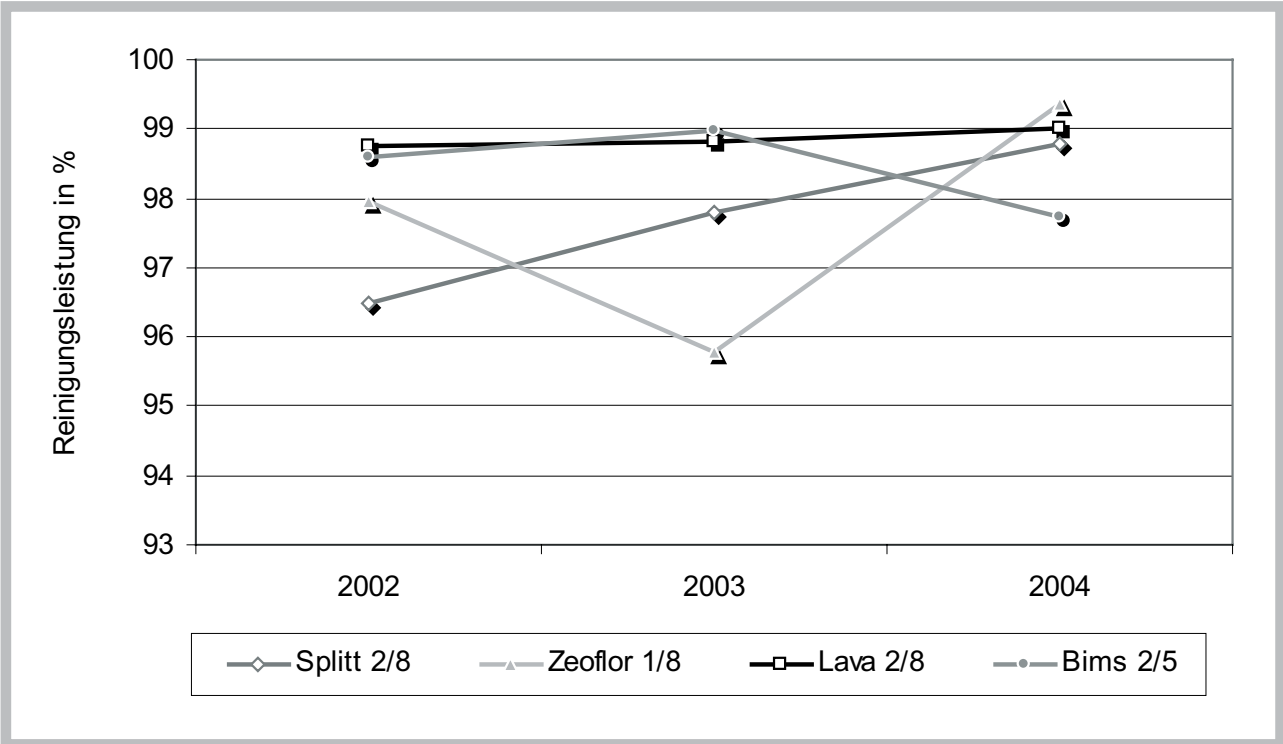


Abb. 3: Abbau der Tenside in den vier bepflanzten Bodenfiltern. Die Reinigungsleistung der gesamten Anlage findet unabhängig des eingesetzten Substrates auf einem sehr hohen Niveau statt.

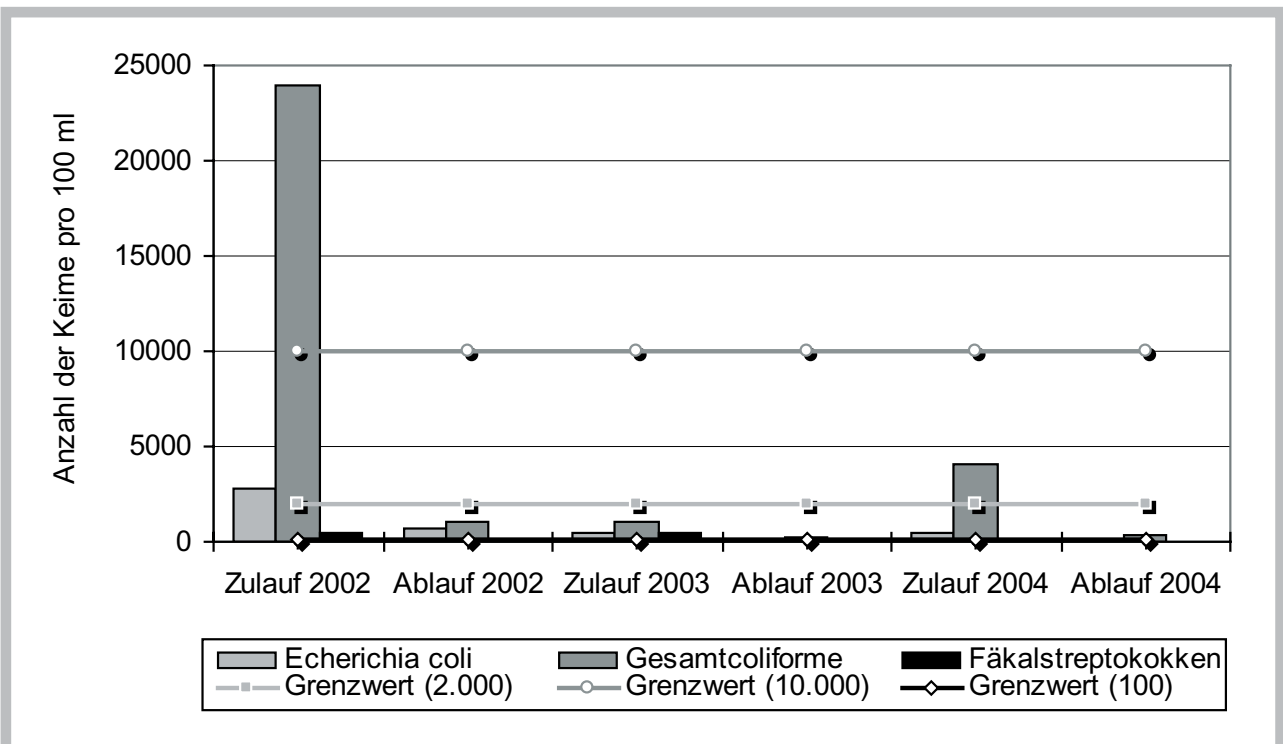


Abb. 4: Belastung von Original-Grauwasser mit fäkalcoliformen Bakterien (Escherichia coli, Gesamtcoliforme Bakterien und Fäkalstreptokokken) im Zu- und Ablauf eines bepflanzten Bodenfilters (BF3: Lavadrän) im Vergleich mit den Grenzwerten der EU-RL für Badegewässer

schung für die Bepflanzung eines Bodenfilters zum Einsatz kommen. Dies ermöglicht einen intensiveren und gleichmäßigeren Aufschluss des gesamten Substrates (siehe Bild 1 und 3).

Wartung und Pflege

Die Anlage arbeitete über die gesamte Projektlaufzeit störungsfrei. Dennoch sollte die gesamte Anlage monatlich auf Funktionalität überprüft werden. Eine kurze Kontrolle der Pumpeneinrichtung mit Steuerung und der Hydraulik des Bodenfilters reichen aus. Des Weiteren ist der Bodenfilter von Unkrautbewuchs zu befreien. Auch die üblichen gärtnerischen Pflegearbeiten, wie Rückschnitt der Stauden, Erhaltung der Pflanzenkomposition durch Rücknahme verdämmender Arten u. a., sind an der Bepflanzung vorzunehmen. Neben diesen üblichen Aufsichts- und Pflegearbeiten sollten weitere Wartungsarbeiten durchgeführt werden wie:

- ◆ Das im vorgelagerten Sammelschacht eingesetzte Flusensieb sollte monatlich von Haaren, Flusen etc. gereinigt werden, damit diese nicht in den Bodenfilter eingetragen werden.
- ◆ Reinigung des Verteilersystems einmal pro Jahr (= Rückspülung)
- ◆ Reinigung der Drainage einmal pro Jahr (= Druckspülung)



Bild 3: Wurzelballen im Vergleich Von links: Lythrum salicaria, Hemerocallis minor, Iris Sibirica, Ageratina altissima.

Wirtschaftlichkeit

Die Kostenberechnung findet auf der Grundlage von Durchschnittspreisen als beispielhafte Modellrechnung statt. Hierbei ist zu beachten, dass nicht nur regionale Preisunterschiede, sondern auch die klimatischen Unterschiede – wie zum Beispiel die Niederschlagsmenge – in Verbindung mit der Größe der Dachfläche, Trenn- oder Mischsystem, mit oder ohne öffentliche Förderung u. a. zu erheblichen Änderungen führen können. Nachfolgende Rechnung geht von der Größe eines typischen Einfamilienhauses aus mit einer günstigen Position der Brauchwassernutzungsanlage. Die Möglichkeit der Eigenleistung und einer öffentlichen Förderung wurden nicht berücksichtigt.

Der Vorteil einer kombinierten Brauchwasseranlage liegt in der permanenten Nachlieferung und Verfügbarkeit des Grauwassers als Brauwasser, d. h. es ist nicht vom Niederschlag abhängig. Diese Tatsache ermöglicht eine kleinere Dimensionierung der RWNA (siehe Tab. 2). Ein weiterer Vorteil der Brauchwasserkombination besteht darin, dass eine Nachspeisung mit teurem Trinkwasser überflüssig wird. Dazu kommt noch ein weiterer positiver Aspekt und zwar die Einsparung von Abwasser in der Menge die aus Badewanne und Dusche entstehen würde. In Tabelle 3 wurden die Kapital- und Finanzierungskosten sowie die Preissteigerungen der Betriebskosten bewusst nicht berücksichtigt, da diese durch die stetig steigenden Wasser- und Abwasserpreise mehr als kompensiert werden. Die Amortisationszeit von 13 Jahren kann mit Zuschüssen durch öffentliche Förderung auf ca. 8-9 Jahre verkürzt werden (KÖNIG 1996). Des Weiteren ist zu beachten dass mit steigender Nutzerzahl die Kosten für die Anlage günstiger werden wie das am Beispiel eines Mehrfamilienhauses der Fall wäre.

Leitender Gedanke bei der Entwicklung einer biologischen Grauwasseranlage war der ökologische Aspekt der Umweltentlastung, weniger der wirtschaftlich erzielbare Vorteil. Allerdings sollten die ökologischen Vorteile wie zweifache Nutzung des Grauwassers, Grundwasserneubildung durch Versickerung des Überschusswassers etc., im Zusammenhang mit den kommunalwirtschaftlichen Vorteilen unter dem Aspekt der Abwasserverminderung bzw. Vermeidung gesehen werden wie z. B.:

- ◆ hydraulische Entlastung der Abwasserkanäle und der techn. Kläranlagen.
- ◆ Entlastung und Verbesserung der Gewässergüte der Fließgewässer.
- ◆ Entschärfung von Hochwasserspitzen durch Versickerung des Überschusswassers und Retention von Regenwasser.

Tab. 2: Kostenaufstellung einer Brauchwasseranlage bestehend aus einer Regenwassernutzungsanlage und einer Grauwasserrecyclinganlage

Kosten für Material und Einbau	Grauwasseranlage		RWNA
	Sammelschacht 1 m ³	Bodenfilter 3 m ³	Monolith 5 m ³
Betonbehälter aus Bodenstück und Einzelringen bzw. Monolith	110,-	300,-	800,-
Aufsatzkonus und Abdeckplatte	70,-	-	-
Feinfilter, bzw. Wirbel-Feinfilter	150,-	-	320,-
Pumpe mit Schwimmerschaltung	200,-	-	-
Hauswasserwerk (Pumpe, Druckbehälter etc.)	-	-	1200,-
Substrat für den Bodenfilter	-	100,-	-
Repositionspflanzen	-	50,-	-
Leitungen und Anschlüsse	150,-	200,-	400,-
Erdaushub inkl. Arbeitsräume und Leitungsgräben, seitlich Lagern und Wiederverfüllen je m ³ 15,- Euro	42,-	135,-	225,-
Herstellung mineral. Ausgleichschicht aus Mineralbeton ca. 15 cm dick, Kosten je m ² 15 Euro	15,-	45,-	75,-
Frachtkosten pauschal 300,- Euro; hier anteilig umgelegt	100,-	100,-	100,-
Abladen und Versetzen mit Autokran bei Lieferung; Std. a 80,- Euro	40,-	40,-	40,-
Kosten in Euro (netto)	877,-	870,-	3160,-
16 % Mehrwertsteuer	140,32	139,20	505,60
Kosten in Euro (brutto)	1.017,32	1.009,20	3.665,60
Gesamtkosten Brauchwasseranlage (RWNA + Grauwasseranlage)	5.692,12 Euro		

Tab. 4: Vergleich der Brauchwasseranlagen bezüglich ihrer technischen Ausstattung, der Speicherkapazität, der Anlagekosten und der Amortisationszeit. ⁽¹⁾KÖNIG 1996, ⁽²⁾ Tabelle 2, ⁽³⁾Pontos/Hansgrohe 2004

Technische Ausstattung und Kosten	RWNA (= Regenwassernutzungsanlage)	Kombination RWNA und GrWa-Anlage	Technische Grauwasseranlage
Pumpen bzw. Hauswasserwerk	1 Pumpe	a) 1 Pumpe Grauwasseranlage b) 1 Pumpe RWNA	a) 1 Pumpe f. Druckluft b) 1 Schlammpumpe c) 1 Tauchpumpe
Einsatzhäufigkeit	je nach Brauchwasserbedarf	a) ca. 2 x pro Tag b) je nach Brauchwasserbedarf	a) alle drei Stunden b) 1 x / Woche c) je nach Brauchwasserbedarf
Entkeimung / Hygienisierung	biologisch	biologisch	UV - Lampe
Betriebskosten und Wartung	sehr gering	gering	mittel
Speicherkapazität	10 m ³	1 m ³ + 5 m ³	0,3 m ³
Trinkwassernachspeisung	Ja (abhängig vom Niederschlag)	Nein	Ja (häufig; je nach Nutzungseinsatz)
Anlagekosten in Euro	ca. 5.650,- ⁽¹⁾	ca. 5.700,- ⁽²⁾	ca. 4.500,- ⁽³⁾
Amortisationszeit in Jahren (ohne Trinkwassernachspeisung und ohne öffentliche Förderung)	ca. 12 Jahren	ca. 13 Jahren	ca. 10 Jahren

Aber wie die Wirtschaftlichkeitsberechnung an diesem Beispiel zeigt, wird die Brauchwassernutzung mit steigenden Wasser- und Abwasserkosten auch unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten zunehmend interessanter.

In Tab. 4 sind drei Varianten der Brauchwassernutzung bezüglich ihrer technischen Ausstattung, Speicherkapazität, Betriebskosten etc. gegenübergestellt. Die Brauchwasseranlage als Kombination von RWNA und biologischer Grauwasseranlage ist geringfügig teurer als die beiden anderen Anlagen. Ihr Vorteil besteht jedoch in einer autarken Anlage, die nicht von einer Trinkwassernachspeisung abhängig ist. Die augenscheinlich günstigere "Technische Grauwasseranlage" (= Aqua-Cycle von Pontos/Hansgrohe) muss mit höheren Wartungs- und Betriebskosten betrieben werden. Ferner sind aufgrund des geringen Speichervolumens häufige Nachspeisungen mit teurem Trinkwasser unumgänglich welche die laufenden Kosten nach oben treiben.

Robert Frank
Dipl.-Forstwirt (Univ.)

LWG Veitshöchheim

Literatur

Richtlinie des Rates vom 8.12.1975 über die Qualität der Badegewässer (76/160/WWG) Verordnung über die Qualität der Badegewässer (Bayerische Badegewässerverordnung – BayBadeGewV) vom 20 Juli 1998.

Frank, R. (1998): "Regenwassernutzungsanlagen - Untersuchungen zur Wasserqualität" – Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege 35/ 98, S. 57-63

Frank, R., Kolb, W. (2001): Endbericht der LWG/Veitshöchheim zum Forschungsvorhaben "Abwasserreinigung im ländlichen Raum mit Hilfe von horizontal durchströmten Bodenfiltern, modifizierten Sandfiltergräben sowie integrierter Klärschlammvererdung."

König, K. W. (1996): "Regenwassernutzung von A-Z" - Ein Anwenderhandbuch für Planer, Handwerker und Bauherren – Hrsg.: Mallbeton GmbH, DS-Pföhren, 4. Auflage.