

fbr - Hinweisblatt H 201

Grauwasser-Recycling

Planungsgrundlagen und Betriebshinweise

April 2005

Herausgeber:

Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr), Darmstadt

fbr - Hinweisblatt H 201

Grauwasser-Recycling

Planungsgrundlagen und Betriebshinweise

Für die in dieser Broschüre gegebenen Informationen oder Nachteile, die durch dieses Dokument entstehen, wird keinerlei Haftung übernommen. Alle Rechte vorbehalten. Eine Verwendung der Beiträge und Abbildungen, insbesondere durch Vervielfältigung und/oder Verbreitung (auch in elektronischer Form) darf nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers erfolgen.

Herausgeber: Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr)
Havelstraße 7 A
64295 Darmstadt
Tel.: 06151 / 339257
Fax: 06151 / 339258
e-mail: info@fbr.de
Internet: www.fbr.de

Herausgeber

Fachvereinigung Betriebs-
und Regenwassernutzung e.V.
Havelstr. 7 A
64295 Darmstadt
Tel.: 06151/339257
Fax: 06151/339258
e-mail: info@fbr.de
www.fbr.de

Bearbeitung

fbr-Fachgruppe "Grauwasser-Recycling"

Dr.-Ing. Georg Mehlhart, Darmstadt (Sprecher)
Achim Zwerenz, Schiltach (stellvertretender Sprecher)
Hans-Gerd Bernhardt, Dautphetal
Birgit Büst, Hamburg
Rudi Büttner, Berlin
Susanne Kimmich, Hanau
Erwin Nolde, Berlin
Barbara Weber, Darmstadt
Joachim Zeisel, Teneriffa

Die Darstellung der mikrobiologischen Anforderungen
an Betriebswasser aus Grauwasser erfolgte in Abstimmung
mit der fbr-Fachgruppe "Hygiene und Wasserqualität"

Prof. Dr. Friedrich-Karl Lücke, Fulda (Sprecher)
Dr.-Ing. Christian Wilhelm, Eitorf (stellvertretender Sprecher)

Vertrieb

fbr Dialog GmbH
Havelstr. 7 A
64295 Darmstadt

Copyright und Auflage

Alle Rechte des Nachdruck oder der Vervielfältigung vorbehalten.

1. Auflage, April 2005

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	
1	Begriffe	6
2	Verwendete Zeichen / Abkürzungen	7
3	Geltungsbereich des Hinweisblattes	8
4	Wasserwirtschaftliche und ökologische Aspekte	9
5	Grauwassermenge und -qualität	10
5.1	Grauwassermenge	10
5.2	Grauwasserzusammensetzung	10
6	Anwendungsbereich und Qualitätsanforderungen an Betriebswasser	13
6.1	Toilettenspülwasser	13
6.2	Wäschewaschen	13
6.3	Bewässerungswasser	14
6.4	Versickerung von behandeltem Grauwasser	15
6.5	Direktleinleitung von behandeltem Grauwasser in Oberflächengewässer	15
7	Anlagentechnik	16
7.1	Bemessung	16
7.2	Anschluss an Haustechnik, Entwässerung und Raumbelüftung	17
7.3	Armaturen, Leitungssystem und Pumpen	17
7.4	Ausgleichsbehälter und Speicher	17
7.5	Aufbereitung	18
7.6	Keimreduzierung	18
7.7	Nachspeisung	19
7.8	Sonstiges	19
8	Hinweise zum Betrieb	20
8.1	Inspektion	20
8.2	Wartung	20
8.3	Besondere Betriebszustände	21
9	Kosten	22
9.1	Investitionskosten	22
9.2	Betriebskosten	22
9.2.1	Reparatur, Wartung, Unterhaltung	22
9.2.2	Inspektion	22
9.2.3	Stromverbrauch	22
9.2.4	Trinkwassernachspeisung	22
9.2.5	Abrechnung Betriebswasserverbrauch	23
10	Verwendete Literatur	24
Anhang	Formblatt: Anzeige nach §13 Abs. 3 TrinkwasserV	

Vorwort

Die Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. begleitet das Thema Grauwasser-Recycling bereits seit Gründung des Verbandes.

Ökologischer und nachhaltiger Umgang mit Wasser in der Haustechnik nimmt einen immer größeren Stellenwert ein. Nach zahlreichen Forschungsvorhaben mit wissenschaftlichen Langzeituntersuchungen in den vergangenen Jahren sind seit längerem von der Industrie gefertigte Grauwasser-Recycling Anlagen auf dem Markt verfügbar.

Das vorliegende fbr-Hinweisblatt H 201 dokumentiert den aktuellen Wissensstand in diesem Bereich und definiert Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung, die sich in der Praxis bewährt haben.

Das fbr-Hinweisblatt H 201 dient als Empfehlung für Hersteller, Planer und Interessierte. Es ersetzt nicht technische Angaben von Herstellern, sondern dient als Planungsgrundlage und gibt erste Informationen für den Betrieb der Anlagen.

Das fbr- Hinweisblatt H 201 als erstes in dieser Reihe wurde von der fbr-Fachgruppe Grauwassernutzung erarbeitet. Den Mitgliedern gilt ein besonderer Dank für Ihre Arbeit.

Für den Vorstand

Martin Bullermann

1 Begriffe

Häusliches Schmutzwasser (laut DIN EN 1085)

Abwasser aus Küchen, Waschmaschinen, Waschräumen, Toiletten und ähnlich genutzten Räumen.

Schwarzwasser

Schwarzwasser ist ein Teil des häuslichen Schmutzwassers. Es ist der Abfluss aus Toiletten und daher mit Urin und / oder Fäkalien belastet.

Grauwasser

Grauwasser ist ein Teil des häuslichen Schmutzwassers ohne Schwarzwasser. Es ist der Abfluss von Bade- und Duschwannen, Handwaschbecken und Waschmaschinen und kann auch hochbelastetes Küchenabwasser enthalten.

Wasser für Grauwasserrecycling

Besonders geeignet für das Grauwasser-Recycling sind die jeweils am niedrigsten belasteten Zuläufe des verfügbaren häuslichen Schmutzwassers. Für Wohngebäude sind dies der Abfluss von Bade- und Duschwanne sowie der von Handwaschbecken.

Unter besonderen Bedingungen kann auch die Verwendung des Waschmaschinenablaufes oder sogar des Küchenabwassers sinnvoll sein.

Grauwasser-Recycling-Anlage

Anlage, welche Grauwasser sammelt und zu Betriebswasser mit entsprechender Qualität aufbereitet.

Betriebswasser

Nach DIN 4046 wird Betriebswasser definiert als „Gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dienendes Wasser mit unterschiedlichen Güteeigenschaften.“ Im Zusammenhang mit Grauwasserrecycling ist damit auch Wasser gemeint, dass im Haushalt und Gewerbe für Nutzungen verwendet wird, die nicht zwingend ein Wasser mit Trinkwasserqualität benötigen, wie z.B. Wasser für die Toilettenspülung, zur Bewässerung, für Reinigungszwecke oder auch zum Wäschewaschen.

2 **Verwendete Zeichen / Abkürzungen**

AFS	abfiltrierbare Stoffe
AOX	adsorbierbare organische Halogenverbindungen
BSBx	biochemischer Sauerstoffbedarf innerhalb von x Tagen
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
L	Liter
L/(E*d)	Liter pro Einwohner und Tag
N	Stickstoff
P	Phosphor
pH	Wasserstoffionen-Konzentration in pH Einheiten

3 Geltungsbereich des Hinweisblattes

Das Hinweisblatt gilt für Anlagen, bei denen eine Betriebswasserversorgung aus Grauwasser für mehrere Haushalte oder im öffentlichen/gewerblichen Bereich erfolgt. Dies sind zum Beispiel Mehrfamilien-, Reihen- oder Doppelhäuser und große Wohnanlagen mit gemeinsamer Erfassung und Behandlung von Grauwasser. Einen beispielhaften Anwendungsfall zeigt Abbildung 1. Welche Teilströme für das Grauwasserrecycling erfasst werden, ist im Einzelfall anhand der Prognose über die Wasserbilanz zu entscheiden (siehe Kapitel 5.1). Weiterhin gilt das Hinweisblatt auch für Anlagen in gewerblichen Bereichen wie Hotels, Pensionen, Schul- und Sporteinrichtungen, Campingplätze und Gastronomiebetriebe. Für die zuvor genannten Einsatzbereiche ist eine adäquate Wasseraufbereitung unabdingbar, um die jeweiligen Qualitätsziele, die in Kapitel 6 definiert sind, zu erreichen.

Für Grauwasser-Recycling-Anlagen in Einzelhäusern oder Einzelwohnungen, bei denen die mit Betriebswasser versorgten Personen in einem gemeinsamen Haushalt leben, wird die Anwendung des Hinweisblattes empfohlen, gleichwohl kann in einzelnen Haushalten in Eigenverantwortung auch eine einfachere Aufbereitungstechnik zum Einsatz kommen.

4 Wasserwirtschaftliche und ökologische Aspekte

Grundwasser ist die vorrangige Ressource für Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland die es gemäß den rechtlichen Vorgaben im Wasserhaushaltsgesetz zu schonen gilt. Daher sind Maßnahmen zu treffen, um den Verbrauch zu reduzieren und Trinkwasser in Bereichen zu substituieren, in denen keine Trinkwasserqualität erforderlich ist, zum Beispiel für Toilettenspülung, Außenanlagenbewässerung, Wäschewaschen oder Reinigungszwecke, wie z. B. das Autowaschen. Die Nutzung von gereinigtem Grauwasser als Betriebswasser trägt zur Schonung der Wasserressourcen bei und wirkt sich positiv auf den Wasserhaushalt sowie die Umwelt aus. Grauwasser-Recycling-Anlagen reduzieren zudem den Trinkwasserbedarf. Damit tragen sie dazu bei, dass negative Einflüsse der Trinkwassergewinnung und -verteilung (z.B. Energie- und Chemikalienverbrauch, Grundwasserabsenkungen, Verbrauchsspitzen) reduziert werden.

Grauwasser-Recycling-Anlagen verringern den Abwasseranfall und vermindern hierdurch die Gewässerverschmutzung. Durch die Grauwasseraufbereitung wird die Schmutzfracht des in den Kanal abgeleiteten häuslichen Schmutzwassers verringert. Durch eine Versickerung von überschüssigem aber bereits gereinigtem Grauwasser wird die Grundwasserneubildung punktuell erhöht und die abgegebene Wassermenge in die Kanalisation und Kläranlage reduziert.

5 Grauwassermenge und -qualität

Grauwasser entsteht aus Wasser, das nach dem Gebrauch mit Schmutzstoffen belastet ist. Grauwasseranfall und -belastung werden maßgeblich durch die Lebensgewohnheiten der Verbraucher bestimmt. Das Grauwasser steht aufgrund der täglichen Körperhygiene kontinuierlich und witterungsunabhängig zur Verfügung.

Die Grauwasserbelastung ist abhängig von der Art der vorangegangenen Verwendung und resultiert aus Körperpflegemitteln, Waschmitteln, Körperschmutz sowie aus verschmutzter Wäsche. Diese Verunreinigungen sind als biologisch leicht abbaubar einzustufen.

5.1 Grauwassermenge

Im Jahr 1998 lag der durchschnittliche Trinkwasserbezug der Haushalte und des Kleingewerbes bei 129 L/(E*d) [STAT. BUNDESAMT, 2000] und hat sich seit dem nicht wesentlich geändert. Davon werden etwa 9 Prozent für das Kleingewerbe benötigt. Es verbleibt somit ein durchschnittlicher Wasserverbrauch in den privaten Haushalten von etwa 117 L/(E*d). Der Wasserverbrauch und auch die anfallende Grauwassermenge können in Haushalten in Abhängigkeit von dem Sanitärstandard und von den Nutzergewohnheiten zum Teil erheblich variieren. Bei Neubauten oder sanitärtechnisch sanierten Gebäuden ist von einem durchschnittlichen Wasserverbrauch von 100 L/(E*d) und einem Grauwasseranfall von bis zu 70 L/(E*d) auszugehen (Abbildung 1). In der Regel steht diesem Grauwasseranfall ein Betriebswasserbedarf von etwa 40 L/(E*d) gegenüber, wobei für die Toilettenspülung ein Bedarf von etwa 25 bis 35 L/(E*d) zugrunde gelegt wird. Der Betriebswasserbedarf in Wohnungen liegt in der Regel deutlich unter der insgesamt verfügbaren Grauwassermenge.

5.2 Grauwasserzusammensetzung

Die leicht abbaubaren organischen Substanzen stammen größten Teils von Detergentien, Hautfett sowie Haut-, Haar- und Schuppenteilen. Wegen der leichten Abbaubarkeit kommt es – sofern das Grauwasser nicht zeitnah aufbereitet wird – zu Fäulnisprozessen und in Verbindung mit Sulfaten zu störenden Geruchsentwicklungen.

Die organischen Substanzen werden über die Parameter BSB oder CSB erfasst. Der Gehalt an organischen Substanzen ist abhängig von der Herkunft der erfassten Grauwasserteilströme. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die zu erwartenden Konzentrationen.

Grauwasser aus Duschen und Badewannen ist am geringsten belastet. Bei einer zusätzlichen Verwendung von Grauwasser aus Waschmaschinen ist mit deutlich höheren Konzentrationen der Wasserinhaltsstoffe und dementsprechend einem höheren Aufbereitungsaufwand zu rechnen. Die zusätzliche Erfassung von Küchenabwasser (Spüle, Geschirrspüler) erhöht die Belastung weiter.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Werte können ferner auch in Abhängigkeit von der regionalen Trinkwasserqualität variieren, z.B. durch höhere Nitrat-Gehalte oder durch Phosphat-Zugabe zur Vermeidung von Leitungskorrosion. Zusätzliche relevante Phosphat-Einträge können auch durch Geschirrspülmittel verursacht werden.

Im Vergleich mit häuslichem Schmutzwasser enthält Grauwasser deutlich weniger Nährstoffe (Phosphor/Stickstoff). Eine Limitierung der biologischen Reinigung durch mangelnde Nährstoffversorgung konnte jedoch in aktuellen Untersuchungen an Grauwasser-Recycling-Anlagen nicht festgestellt werden.

Die Vielzahl der in den letzten Jahren durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen hat für Grauwasser aus Badewannen, Duschen und Handwaschbecken um etwa zwei Zehnerpotenzen geringere Belastungen mit Gesamcoliformen und Fäkalcoliformen Bakterien (*E. coli*) des Grauwassers im Vergleich zum gesamten häuslichen Schmutzwasser ergeben (Tabelle 2).

Sobald auch Grauwasser aus Waschmaschinen gesammelt wird, ist – in Abhängigkeit von der Waschttemperatur – mit höheren Bakterienkonzentrationen zu rechnen.

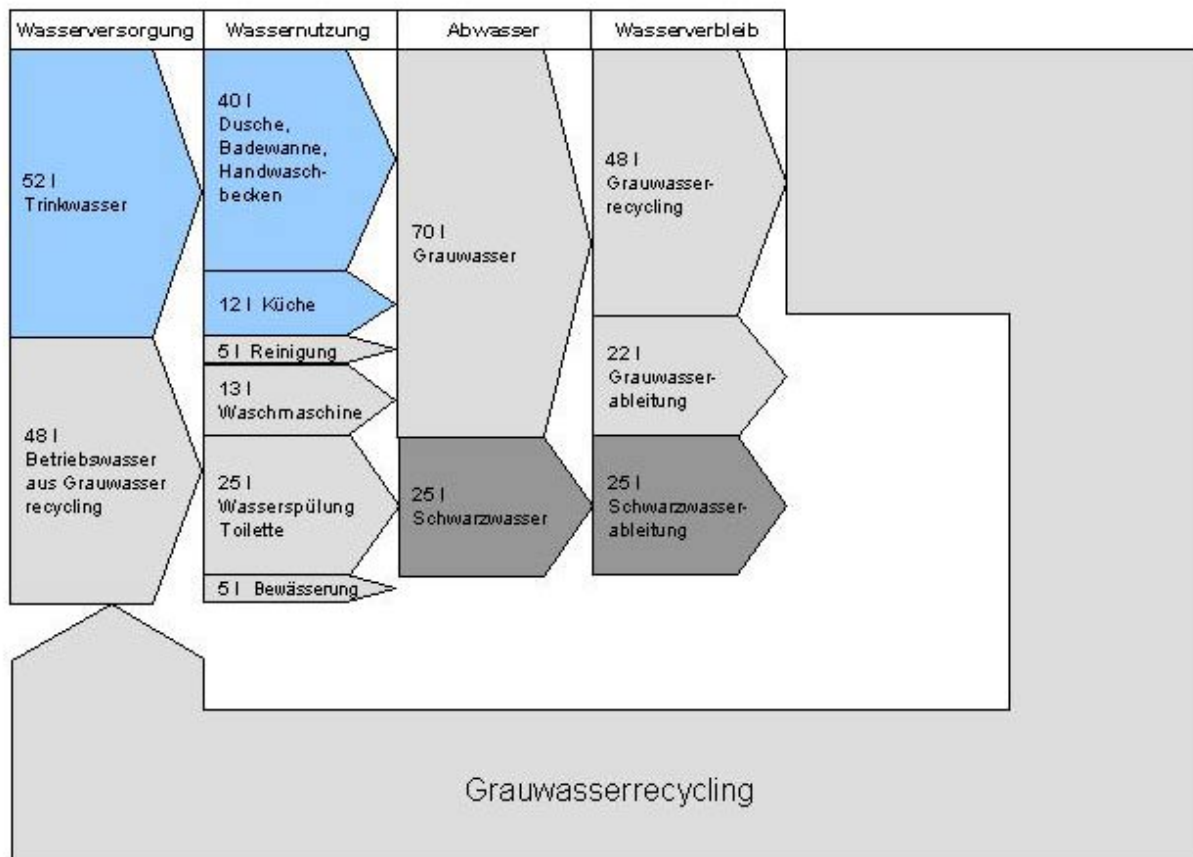


Abbildung 1: Durchschnittliche Wasserteilströme (Angaben in Liter pro Einwohner und Tag) für private Haushalte bei Neubauten und sanitärtechnisch sanierten Gebäuden [Mehlhart, 2001]

Tabelle 1: Zusammensetzung von (unbehandeltem) Grauwasser unterschiedlicher Herkunft. Die Werte basieren auf Erfahrungen aus jeweils zwischen 10 und 100 Messungen [aus: Nolde, 1995 sowie Bullermann et. al. 2001, ergänzt]

		aus Badewannen, Duschen und Handwaschbecken (gemessen nach Absetzbecken)	aus Badewannen, Duschen und Handwaschbecken und Waschmaschine (mit Babywindeln)	aus Badewannen, Duschen und Handwaschbecken, Waschmaschine und Küche
CSB	[mg/l]	150 – 400 Ø 225	250 – 430	400 – 700 Ø 535
BSB ₅	[mg/l]	85 – 200 Ø 111	125 – 250	250 – 550 Ø 360
AFS	[mg/l]	30 – 70 Ø 40	k.A.	k.A.
Pges ^{A)}	[mg/l]	0,5 – 4 Ø 1,5	k.A.	3 – 8 Ø 5,4
Nges ^{A)}	[mg/l]	4 – 16 Ø 10	k.A.	10 – 17 Ø 13
pH	[-]	7,5 – 8,2	k.A.	6,9 – 8

A) Werte können in Abhängigkeit von der regionalen Trinkwasserqualität variieren z.B. durch höhere Nitrat-Gehalte oder durch Phosphat-Zugabe zur Vermeidung von Leitungskorrosion. Zusätzliche relevante Phosphat-Einträge können auch durch Geschirrspülmittel verursacht werden.

Tabelle 2: Belastung von (unbehandeltem) Grauwasser und häuslichem Abwasser mit Gesamtcoliformen Bakterien und E. coli: Die Werte basieren auf Erfahrungen aus jeweils zwischen 10 und 100 Messungen [(aus: Nolde, 1995 sowie Bullermann et. al. 2001, ergänzt)]

Parameter	Einheit	Grauwasser aus Badewannen, Duschen und Handwaschbecken	Grauwasser aus Badewannen, Duschen Handwaschbecken und Waschmaschine mit Babywindeln	Grauwasser aus Badewannen, Duschen, Handwaschbecken, Waschmaschine und Küche	Häusliches Abwasser inkl. Fäkalien
Gesamtcoliforme Bakterien	1/ml	10 ¹ – 10 ⁵ Median: 10 ⁵	10 ² – 10 ⁶	10 ² – 10 ⁶	10 ⁴ – 10 ⁷
Fäkalcoliforme Bakterien (<i>E. coli</i>)	1/ml	10 ¹ – 10 ⁵ Median: 10 ⁴	10 ¹ – 10 ⁵	10 ² – 10 ⁶	10 ⁴ – 10 ⁷

6 Anwendungsbereich und Qualitätsanforderungen an Betriebswasser

In öffentlichen/gewerblichen Gebäuden und dort, wo mehrere Haushalte an eine Grauwasser-Recycling-Anlage angeschlossen sind, ist eine Aufbereitung in Abhängigkeit vom Verwendungszweck und den zugehörigen Qualitätsanforderungen unabdingbar. Qualitätsanforderungen an die Betriebswasserqualität haben sich an den konkreten Verwendungszwecken zu orientieren. Generell hat das Betriebswasser aus Grauwasser-Recycling-Anlagen hygienisch/mikrobiologisch einwandfrei, farblos, klar und nahezu schwebstofffrei zu sein. Selbst nach einer mehrtägigen Lagerung darf von dem Betriebswasser keine unangenehme Geruchsemission ausgehen. Da es keine gesetzlichen Regelungen an den Anlagenbetrieb und die Betriebswasserqualität gibt, kann für Grauwasser-Recycling-Anlagen empfohlen werden, sich vom jeweiligen Anbieter für den beabsichtigten Verwendungsfall die erforderlichen Qualitäten schriftlich garantieren zu lassen.

Für die Einsatzbereiche Toilettenspülung, Wäschewaschen, Bewässerung, Versickerung und Direkteinleitung in Oberflächengewässer haben sich nach dem bisherigen Stand der wissenschaftlichen Untersuchungen die folgenden Qualitätsziele bewährt und werden zur Anwendung empfohlen.

6.1 Toilettenspülwasser

Die in Tabelle 3 aufgeführten Anforderungen wurden im Auftrag der Berliner Senatsverwaltung erarbeitet. Die Hygieneanforderungen für Gesamcoliforme und Fäkalcoliforme Bakterien orientieren sich an der EU-Richtlinie für Badegewässer. Bei der Festlegung ging der Gesetzgeber davon aus, dass für Badende, die Ganzkörperkontakt zu diesem Wasser haben und darüber hinaus gelegentlich etwas Wasser verschlucken, bei Einhaltung der Grenzwerte kein hygienisch relevantes Gesundheitsrisiko vorhanden ist.

Die strengsten Anforderungen gelten für *Pseudomonas aeruginosa*, einen Krankheitserreger, der als so genannter Nasskeim gesundheitlich

relevant ist. BSB_7 und Sauerstoffsättigung sind Qualitätskriterien für die „Lagerfähigkeit“ des aufbereiteten Wassers.

Tabelle 3: Qualitätsanforderungen für Toilettenspülwasser [SenStadt, 2003]

BSB_7	< 5 mg/l
Sauerstoffsättigung	> 50%
Gesamcoliforme Bakterien ^{A)}	< 100/ml
Fäkalcoliforme Bakterien ^{A)}	< 10/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> : ^{B)}	< 1/ml

^{A)} Analyse entsprechend EU Richtlinie 76/160/EWG

^{B)} Analyse in Anlehnung an TrinkwV 2001

6.2 Wäschewaschen

Es wird empfohlen die in Tabelle 3 aufgeführten Qualitäten für Betriebswasser zum Wäschewaschen anzuwenden.

Aus den wissenschaftlichen Untersuchungen zum Wäschewaschen mit Regenwasser ist bekannt, dass zwischen der mit Regenwasser und der mit Trinkwasser gewaschenen Wäsche aus hygienisch/mikrobiologischer Sicht kein Unterschied besteht [Holländer et. al., 1993].

Untersuchungen, mit gereinigtem Grauwasser – welche die in Tabelle 3 genannten Qualitätsziele erfüllen – hatten ebenfalls zum Ergebnis, dass zwischen der mit gereinigtem Grauwasser und der mit Trinkwasser gewaschenen Wäsche nach der Trocknung aus hygienisch / mikrobiologischer Sicht kein Unterschied besteht [Töpfer et.al., 2003].

Im Einzelhaushalt steht es dem Nutzer frei seine Wäsche mit Betriebswasser zu waschen. In einem Mietshaus kann gemäß der Begründung zur TrinkwV 2001 Betriebswasser zum Wäschewaschen angeboten werden wenn dem Mieter alternativ ein Trinkwasseranschluss für die Waschmaschine zur Verfügung steht [TrinkwV, 2001].

Zusätzliche Hinweise zur Reinigung von Wäsche in zertifizierten Gewerbebetrieben gibt die RALGZ 992

6.3 Bewässerungswasser

Qualitätsanforderungen für Bewässerungswasser werden in der DIN 19650 geregelt. Die dort genannten Qualitätsanforderungen beziehen sich auf hygienische/mikrobiologische

Belange von Bewässerungswasser in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie Park- und Sportanlagen. Die hygienische Unbedenklichkeit wird in 4 Eignungsklassen unterteilt und ist je nach Verwendungszweck nachzuweisen (siehe Auszug aus der DIN 19650 in Tabelle 4).

Tabelle 4: Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung und Anwendung von Bewässerungswasser [aus DIN 19650, 1999]

Eignungsklasse	Anwendung	Fäkalstreptokokken Koloniezahl/ 100 ml (nach TrinkwV bzw. Badegewässer- richtlinie ¹⁾)	E. coli Koloniezahl/ 100 ml (nach TrinkwV [bzw. Badegewässer- richtlinie ¹⁾)	Salmonellen/ 1000 ml (nach DIN 38414- 13)	potentielle infektiöse Stadien von Mensch- und Haustier- Parasiten ²⁾ in 1000 ml
1 (Trinkwasser)	alle Gewächshaus- und Freilandkulturen ohne Einschränkung	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
2 ³⁾	Freiland- und Gewächshauskulturen für den Rohverzehr, Schulsportplätze, öffentliche Parkanlagen	≤ 100 ⁴⁾	≤ 200 ⁴⁾	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
3 ³⁾	nicht zum Verzehr bestimmte Gewächshauskulturen Freilandkulturen für den Rohverzehr bis Fruchtansatz bzw. Gemüse bis 2 Wochen vor der Ernte Obst und Gemüse zur Konservierung Grünland bzw. Grünfütterpflanzen bis 2 Wochen vor dem Schnitt oder der Beweidung alle anderen Freilandkulturen ohne Einschränkung sonstige Sportplätze ⁵⁾	≤ 400	≤ 2000	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
4 ^{3), 5)}	Wein- und Obstkulturen zum Frostschutz Forstkulturen, Polterplätze und Feuchtbiotope Zuckerrüben, Stärkekartoffeln, Ölfrüchte und Nichtnahrungspflanzen zur industriellen Verarbeitung und Saatgut bis 2 Wochen vor der Ernte Getreide bis zur Milchreife (nicht zum Rohverzehr) Futter zur Konservierung bis 2 Wochen vor der Ernte	Abwasser, das mindestens eine biologische Reinigungsstufe durchlaufen hat			für Darm-Nematoden keine Standard-Empfehlung möglich für Stadien von Taenia: nicht nachweisbar
¹⁾ Mikrobiologische Untersuchungen nach den für Badegewässer üblichen Verfahren ²⁾ Soweit dies für die Sicherung der Gesundheit von Mensch und Tier erforderlich ist, kann eine Untersuchung des vorgesehenen Bewässerungswassers auf Darm-Nematoden (Ascaris- und Trichuris-Arten sowie Hakenwürmer) und/oder Bandwurm-Lebensstadien (insbesondere Taenia) nach WHO-Empfehlung angeordnet werden. ³⁾ Wenn durch das Bewässerungsverfahren eine Benetzung der zum Verzehr geeigneten Teile der Ernteprodukte ausgeschlossen ist, entfällt eine Einschränkung nach hygienisch-mikrobiologischen Eignungsklassen. ⁴⁾ Richtwert, der analog der TrinkwV § 2 Abs.3 so weit unterschritten werden sollte, „wie dies nach dem Stand der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist“. ⁵⁾ Bei der Beregnung muss durch Schutzmaßnahmen sichergestellt werden, dass Personal und Öffentlichkeit keinen Schaden nehmen.					

Aus den Anforderungen der DIN 19650 geht indirekt hervor, dass die Qualitätsanforderungen an Wasser für Bewässerungszwecke für die meisten Anwendungen deutlich strenger sind als die für Toilettenspülwasser.

Eine Aufbereitung des Grauwassers durch eine dafür geeignete Technik ist unabdingbar. Nach der DIN 19650 ist es unzulässig, die Anforderungen durch Desinfektion mittels Zugabe von Chemikalien oder radioaktiver Bestrahlung zu erreichen.

6.4 Versickerung von behandeltem Grauwasser

Das Versickern von gereinigtem Abwasser in einer technischen Versickerungsanlage z.B. in einer Sickermulde oder einer Sickerrigole muss von der zuständigen Wasserbehörde genehmigt werden. Im Einzelfall wurden solche Genehmigungen bereits erteilt. Dabei ist von Bedeutung, dass die Nährstoffe (Phosphor und Stickstoff) im Grauwasser nur einen Anteil von 2 bis 5 Prozent der Nährstoffe im häuslichen Abwasser haben.

Bei der Verbringung von biologisch behandeltem Abwasser in den Untergrund ist die DIN 4261-1 (Kleinkläranlagen – Teil 1: Anlagen zur Abwasservorbehandlung) zu beachten [DIN 4261-1, 2002].

Für die Versickerung von gereinigtem Abwasser wurden länderspezifische Richtlinien veröffentlicht. In Tabelle 5 sind beispielhaft Anforderungen aus Hessen [HMUEJFG, 1996] und Brandenburg [MLUR, 2001] eingearbeitet. Bei der Versickerung sind die entsprechenden länderspezifischen Anforderungen hinsichtlich Passage der Bodenschicht und hinsichtlich Flurabstandes der Versickerungsanlage zum Grundwasser zu berücksichtigen.

6.5 Direkteinleitung von behandeltem Grauwasser in Oberflächengewässer

Die Direkteinleitung von behandeltem Grauwasser in Oberflächengewässer ist genehmigungsbedürftig. In der Regel werden für die Genehmigung die regionalen Bestimmungen zum Einleiten von Abwasser einzuhalten sein.

Tabelle 5: Anforderungen an gereinigtes häusliches und kommunales Abwasser aus Kläranlagen zur Versickerung

		Überwachungswert	Quelle
Absetzbare Stoffe	bei Anschlusswerten bis zu 15 E	0,1 ml/l	HMUEJFG, 1996
BSB ₅		20 mg/l	HMUEJFG, 1996
CSB		100 mg/l	HMUEJFG, 1996
Absetzbare Stoffe	bei Anschlusswerten von mehr als 15 E	0,1 ml/l	HMUEJFG, 1996
BSB ₅		15 mg/l	HMUEJFG, 1996
CSB		80 mg/l	HMUEJFG, 1996
N _{anorg, gesamt}		24 mg/l	MLUR, 2001
AOX		0,025 mg/l	MLUR, 2001

7 Anlagentechnik

Eine Grauwasser-Recycling-Anlage muss das anfallende Grauwasser sammeln, zwischenspeichern und die organische sowie die hygienische Belastung des Grauwassers soweit reduzieren, dass die unter Kapitel 6 genannten Qualitätsanforderungen eingehalten werden und die Versorgungssicherheit mit hochwertigem Betriebswasser dauerhaft gewährleistet ist. Je nach Hersteller werden dafür unterschiedliche Technologien angeboten.

Welche der in Abbildung 2 dargestellten Teilströme (Dusche, Badewanne, Handwaschbecken, Waschmaschine) für das Grauwasserrecycling erfasst werden oder ob sogar noch Spülmaschine und Küchenspüle angeschlossen werden, ist im Einzelnen anhand der Prognose über die Wasserbilanz und des gesamten Wasserkonzeptes zu entscheiden.

7.1 Bemessung

Sowohl das Grauwasserdargebot als auch die Grauwasserzusammensetzung sind u.U. stark vom jeweiligen Verbraucherverhalten abhängig.

Der Betriebswasserbedarf in Wohnungen liegt in der Regel deutlich unter der insgesamt verfügbaren Grauwassermenge.

Es ist i.d.R. nicht notwendig das gesamte anfallende Grauwasser aufzubereiten. Für das Grauwasser-Recycling ist es vielmehr vorteilhaft, lediglich die nur gering belasteten Teilströme aus den Bereichen Dusche, Badewanne sowie Handwaschbecken der Grauwasser-Recycling-Anlage zuzuführen.

Bei der technischen Auslegung von Grauwasser-Recycling-Anlagen im öffentlichen oder gewerblichen Bereich – z.B. für ein Hotel –

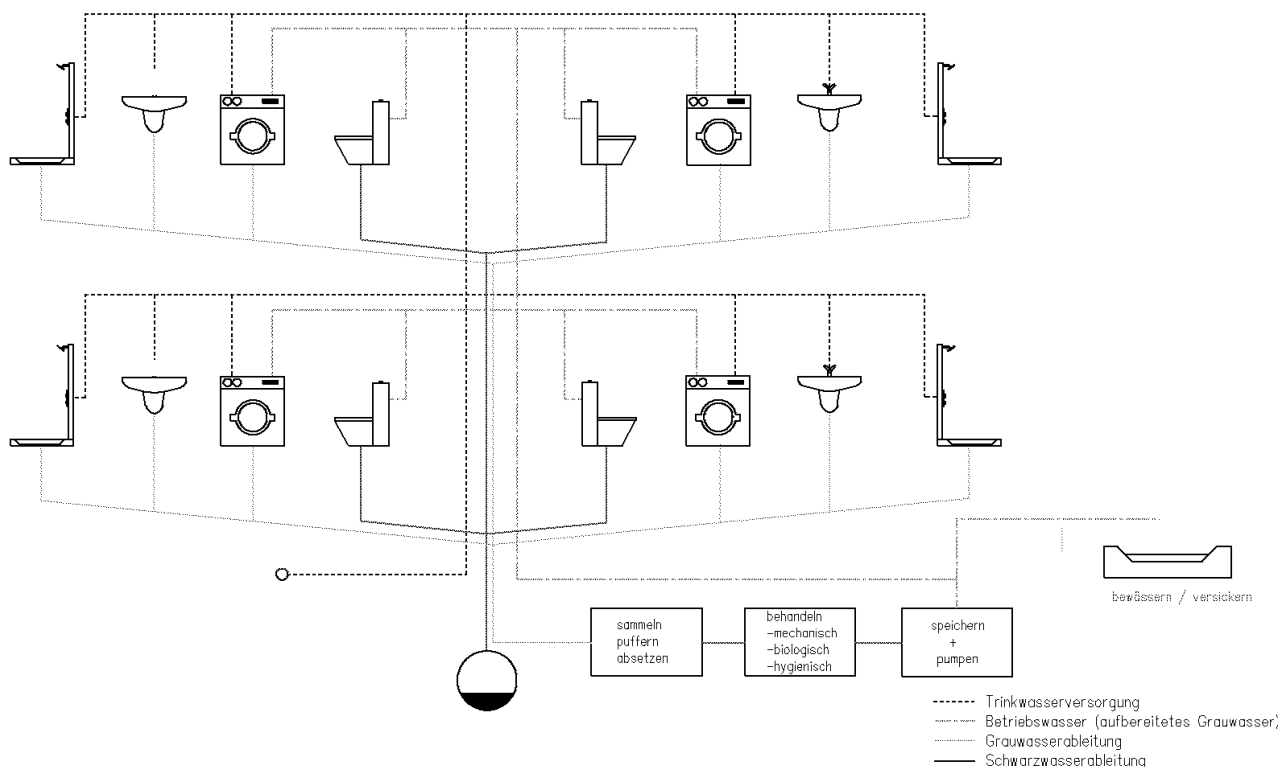


Abbildung 2: Typischer Anwendungsfall für Grauwasserrecycling aus mehreren Haushalten.

Anmerkung: Für die Waschmaschine wird Mietern als Alternative ein Trinkwasseranschluss angeboten

müssen die spezifischen Randbedingungen von Grauwasserdargebot und Verbrauch ermittelt werden und in die Planung mit einbezogen werden, weil sie erheblich vom Verbrauch der Haushalte abweichen können (siehe hierzu auch Abbildung 3).

7.2 Anschluss an Haustechnik, Entwässerung und Raumbelüftung

Es darf keine Querverbindung zwischen dem Trink- und dem Betriebswassernetz geben. Die Betriebswasserleitungen sind nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung vollständig dauerhaft farblich zu kennzeichnen.

Die Trinkwassernachspeisung muss nach DIN EN 1717 erfolgen, Zapfstellen müssen nach TrinkwV 2001 § 17 Abs. 2 Satz 3 ausgeführt werden.

Alle Behälter oder Rohrleitungen, in denen das Grauwasser ohne Belüftung/Behandlung gespeichert oder auf andere Weise gelagert wird, sind geruchsdicht auszuführen und möglichst separat von der Über-Dach-Entlüftung der Hausentwässerung zu entlüften. Notüberläufe sind mit Siphon und bei Bedarf mit Nagetierschutz zu versehen. Das Rückstauniveau der Abwasserkanalisation ist zu berücksichtigen. Je nach Aufstellort der Anlage ist dafür Sorge zu tragen, dass bei einem Rückstauereignis kein Abwasser aus dem kommunalen Abwasserkanal in die Grauwasser-Recycling-Anlage gelangen kann.

Bei offenen Wasserflächen und/oder hohen Temperaturgradienten entsteht im Aufstellraum von Grauwasser-Recycling-Anlagen eine hohe Luftfeuchtigkeit. An Bauwerksteilen, Anlagenkomponenten oder Rohrleitungen die Temperaturen unterhalb der Raumtemperatur aufweisen, ist dann mit Kondenswasser zu rechnen. Aus diesem Grund sind alle Kaltwasserleitungen mit einer Wärmedämmung zu versehen. Eine Wärmedämmung der Leitungen die (warmes) Grauwasser führen, ist dagegen nicht erforderlich. Auch an abgekühlten Bauwerksteilen (Wärmebrücken, -ecken) ist eine Kondenswasserbildung möglich. Abhilfe kann eine gezielte Platzierung einer Abluftansaug-

stelle oder eine entsprechende Wärmedämmung schaffen.

Bei größeren offenen Wasserflächen ist eine aktive Entlüftung des Betriebsraumes notwendig.

7.3 Armaturen, Leitungssystem und Pumpen

Im Grauwasser enthaltene Störstoffe wie z.B. Haare können Betriebsstörungen herbeiführen. Leitungen und Armaturen, die mit unbehandeltem Grauwasser in Kontakt kommen, sind daher so auszuführen, dass keine scharfen Kanten oder ähnliches vorhanden sind, an denen sich z.B. Haare bevorzugt ablagern können. Alle mechanischen Einrichtungen wie Pumpen, Motorschieber, Filter o.ä. sind gut zugänglich, bzw. einfach ziehbar auszuführen, um entsprechende Reparatur-, Wartungs- und Reinigungsarbeiten durchführen zu können. Insbesondere wenn auch hochbelastetes (fettreiches) Küchenabwasser in die Grauwasser-Recycling-Anlage eingeleitet wird, sind speziell für diesen Zweck geeignete Pumpen und Armaturen einzusetzen.

7.4 Ausgleichsbehälter und Speicher

Ausgleichsbehälter und Speicher dienen dazu, den zeitlich verschobenen Anfall von Grauwasser und den Bedarf an Betriebswasser auszugleichen. Das Speichervolumen ist abhängig vom Nutzerverhalten (Tagesgang Dargebot und Tagesgang Verbrauch) sowie von den verfahrenstechnischen Erfordernissen (schnelle Aufbereitung oder zeitaufwendige Aufbereitung u.ä.). Somit sind die Speicher integraler Bestandteil der Aufbereitungsanlage und werden vom Hersteller entsprechend den verfahrenstechnischen Erfordernissen geliefert. In der Regel ergibt sich aus dem Nutzerverhalten eine gute Übereinstimmung zwischen Grauwasseranfall und Betriebswasserbedarf (siehe hierzu Beispiel in Abbildung 3). Aus diesem Grund sollte die Ausgleichs- und Speicherkapazität (diese kann vor oder nach der Aufbereitung angeordnet sein) keinesfalls größer als der Betriebswasserbedarf für einen

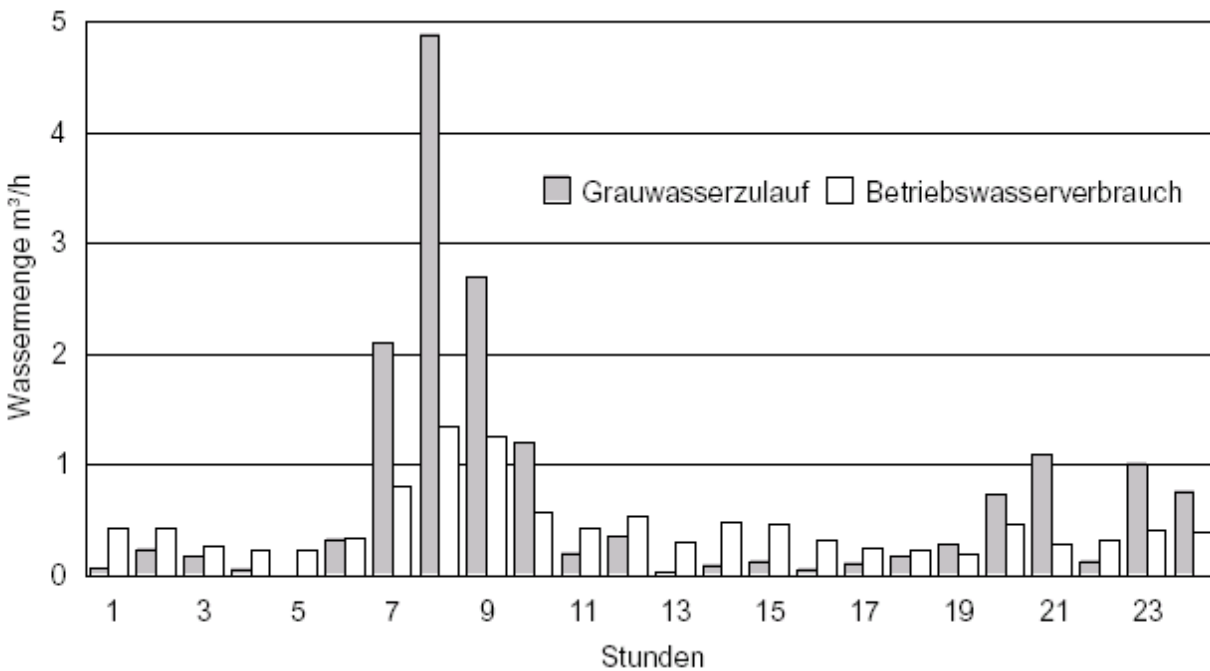


Abbildung 3: Tagesgang über den Grauwasserzulauf (Badewannen, Duschen und Handwaschbecken aus Hotel-Gästezimmern) und den Betriebswasserbedarf in den Gästezimmern zur Toilettenspülung [Nolde, 2000]

Tag sein. Bei größeren Anlagen oder gut definierten Randbedingungen kann die Speichergröße sogar deutlich reduziert werden.

Speicher sind licht geschützt aufzustellen (z.B. Kellerraum ohne Kellerfenster) oder lichtundurchlässig auszuführen um ein mögliches Algenwachstum zu vermeiden.

7.5 Aufbereitung

Zur Aufbereitung des Grauwassers sind grundsätzlich diverse in der Wasseraufbereitung gängige Verfahren geeignet.

Bevorzugt anzuwenden sind Verfahren die keine Zugabe von Chemikalien erfordern und wenig Energie und Wartung benötigen. Das sind zum Beispiel:

- biologische Verfahren (bewährt haben sich hier Verfahren, bei denen die zur Wasserreinigung benötigten Mikroorganismen an Trägermaterialien haften)
- Membranverfahren
- kombinierte Verfahren

7.6 Keimreduzierung

Sofern die erforderliche Keimreduzierung – wie z.B. in bewachsenen Bodenfiltern oder in Membrananlagen möglich – bereits parallel zur Reduzierung der organischen Belastung erfolgt und darüber hinaus als ausreichend sicher bewertet wird, kann ggf. auf eine technische Desinfektion verzichtet werden.

Soweit eine technische Desinfektion als eigene Stufe erforderlich ist, wurden in den bisher realisierten Anlagen UV-Strahler verwendet. In Anlehnung an die Abwasserdesinfektion [ATV-M 205] wird nach einer vorgeschalteten biologischen Reinigung und Feststoffabtrennung eine Strahlungsleistung von 250 J/m² in der Regel ausreichen, um die hygienischen Qualitätsanforderungen entsprechend Tabelle 3 sicherzustellen. Bei der Ermittlung der Strahlungsleistung ist die erwartete Transmission sowie der maximale Durchfluss am Ort der Bestrahlung, die Alterung des Strahlers sowie ggf. Effekte einer Verunreinigung im Bereich der Strahler durch Biofilm, Kalk oder ähnliches zu berücksichtigen.

Als Alternativen zur technischen Desinfektion mit UV-Licht kommen grundsätzlich auch andere Verfahren in Frage.

Eine chemische Desinfektion von Grauwasser mit Chlor ist in Anlehnung an [ATV M 205] als Dauerlösung abzulehnen, da das Einbringen von zusätzlichen Chemikalien zu unkontrollierten Reaktionen (z.B. Bildung von chlororganischen Verbindungen) führen kann und dadurch eine Beeinträchtigung der Gewässerökologie erfolgen könnte.

Über den Einsatz weiterer Verfahren in Grauwasser-Recycling-Anlagen liegen bisher noch keine Untersuchungsergebnisse vor.

Zur Gewährleistung der Betriebssicherheit wird empfohlen, technische Einrichtungen zur Desinfektion mit einer automatischen Betriebskontrolle zu versehen. Bei einem Ausfall der Desinfektion ist eine automatische Absperrung im Zulauf zum Betriebswasserspeicher erforderlich, die sichergestellt, dass kein undesinfiziertes Betriebswasser in das Leitungsnetz eingespeist werden kann.

7.7 Nachspeisung

Obwohl der Betriebswasserbedarf in Wohnungen in der Regel deutlich unter der insgesamt verfügbaren Grauwassermenge liegt, kann dies durch bestimmte Umstände an einzelnen Tagen anders sein. Für diesen Fall ist zur Versorgungssicherheit eine automatische Nachspeisung – vorzugsweise in die letzte Stufe der Grauwasser-Recycling-Anlage - vorzusehen.

Die Qualität des nachgespeisten Wassers muss für den Verwendungszweck geeignet sein.

Die Nachspeisung muss nach DIN EN 1717 erfolgen, sofern die Nachspeisung mit Trinkwasser erfolgt.

Beim Erreichen des Mindestwasservolumens im Betriebswasserspeicher ist die Nachspeisung automatisch so zu steuern, dass möglichst wenig Wasser nachgespeist wird. Funktionsstörungen sind durch Störmeldungen anzuzeigen. Je nach Einsatzbereich sollte ein

potentialfreier Ausgang zur Ausgabe der Störmeldung vorhanden sein.

Bei allen Systemen mit Nachspeisung in Kombination mit einem Notüberlauf besteht potentiell die Gefahr einer unbeabsichtigten Nachspeisung, die zum Überlauf und Abschlag des Trinkwassers in den Kanal führt. Die Möglichkeit einer Überflutung – z.B. bei Rückstau - muss ausgeschlossen sein. Der Überlauf durch nachgespeistes Wasser ist so zu installieren, dass die Funktion immer gewährleistet und der Überlaufvorgang wahrnehmbar ist.

7.8 Sonstiges

- Stromversorgung:
Die Grauwasser-Recycling-Anlage ist durch einen Fehlerstromschutzschalter abzusichern.
- Sensoren für Wasserstandmessungen:
Soweit möglich, sind für die Steuerung bewegungslose Sensoren (z.B. Leitfähigkeit, Druck) zu bevorzugen.

8 Hinweise zum Betrieb

Der Betrieb und die Inbetriebnahme einer Grauwasser-Recycling-Anlage ist der örtlichen Gesundheitsbehörde entsprechend den Vorgaben der Trinkwasserverordnung [TrinkwV, 2001] anzuzeigen (siehe Anlage 1).

Die Inbetriebnahme ist nach Herstellerangaben in einem Protokoll zu dokumentieren. In diesem Zusammenhang ist folgendes nachzuweisen:

- keine Querverbindung zum Trinkwassernetz
- Dokumentation von Rohrleitungsmaterial und -farbe
- Trinkwassernachspeisung nach DIN EN 1717
- Zapfstellen entsprechend TrinkwV 2001 § 17 Abs. 2 Satz 3

Zum ordnungsgemäßen Betrieb einer Grauwasser-Recycling-Anlage sind folgende Unterlagen als Bestandteil der Lieferung beizulegen:

- Angaben zum Hersteller / Lieferant, Adressen, Service-Telefonnummern
- Beschreibung der Funktion der Gesamtanlage und möglicher Störungen sowie möglicher Störungsbehebungen (durch Betreiber, durch Fachtechniker, durch Hersteller)
- Beschreibung erforderlicher Inspektionen / Augenscheinnahmen durch den Betreiber
- Beschreibung eines möglichen Protokollbuches für die Inspektionen / Inaugenscheinnahmen
- Beschreibung erforderlicher Wartungen (durch Betreiber, durch Fachbetrieb, durch Hersteller)
- Soweit erforderlich, Unterlagen über Hauptaggregate (z.B. Pumpen / Druckerhöhung, Motorkugelhähne, Wasserstandsmessungen, Steuerung) mit genauer Produktbezeichnung (inkl. Seriennummer, Herstellungsdatum), Hersteller, Adressen, Service-

Telefonnummer, Angaben zu Wartungsintervallen erforderlicher Verschleißteile

- Dokumentation der elektrotechnischen Ausstattung

Nach dem heutigen Stand der Technik hergestellte Grauwasser-Recycling-Anlagen gewährleisten eine dauerhaft hohe Betriebswasserqualität ohne Komfortverlust für den Benutzer, sofern die Anlagen entsprechend den Herstellerangaben inspiziert und gewartet werden. Bei der Versickerung bzw. Einleitung von gereinigtem Grauwasser in ein Oberflächen-gewässer sind zusätzlich die Auflagen der zuständigen Behörde zu beachten.

Durch den Betrieb der Anlage dürfen keine Belästigungen wie z.B. Geruch oder Lärm im Umfeld hervorgerufen werden.

Grauwasser-Recycling-Anlagen sind vorzugsweise mit einer vollautomatischen Steuerung auszurüsten, um einen weitestgehend wartungsarmen und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Die Möglichkeit der Einbindung in Anlagen zur Gebäudeleittechnik (Alarmüberwachung) ist vorzusehen.

8.1 Inspektion

Inspektionen der Anlage durch den Betreiber / Nutzer sind nach Angaben des Herstellers der Grauwasser-Recycling-Anlage durchzuführen. Dabei hat, neben der Prüfung der Funktion der Anlage und der relevanten Anlagenteile, eine Prüfung in Bezug auf Klarheit (Trübung per Inaugenscheinnahme) und Geruch des Betriebswassers zu erfolgen. Diese Überprüfung ist schnell und einfach ohne nennenswerte Kosten auszuführen.

8.2 Wartung

Eine regelmäßige Wartung nach den Vorgaben des Herstellers der Grauwasser-Recycling-Anlage trägt wesentlich zur Betriebssicherheit der Anlage bei. Sie erhöht außerdem die Lebensdauer und die Energieeffizienz. Typische Wartungsintervalle sollten bei etwa einem Jahr liegen.

8.3 Besondere Betriebszustände

Bei biologischen Aufbereitungsverfahren ist nach längeren Stillständen / Betriebsunterbrechungen ein besonderes Augenmerk auf die ausreichende Wiederherstellung der aktiven Biomasse zu legen, bevor die Betriebswasserversorgung wieder aufgenommen wird.

In Zweifelsfällen, soweit nicht eine Gewährleistung vom Hersteller übernommen wird, dass nach einer bestimmten Zeit wieder eine ausreichende Reinigung sichergestellt ist, kann eine hygienische Untersuchung gemäß den unter 6.1 genannten Qualitätsanforderungen empfehlenswert sein.

9 Kosten

Die ökologischen Aspekte der Grauwassernutzung werden in konventionellen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen noch nicht berücksichtigt. Die Auswirkungen eines hohen Trinkwasserverbrauchs auf Quellen und Feuchtgebiete sowie eines hohen Abwasseranfalles auf die Gewässerbelastung werden derzeit monetär nicht erfasst. Bei einer Gesamtbetrachtung müssen diese Aspekte jedoch berücksichtigt werden. Da derzeit noch keine ausreichenden Daten zur Verfügung stehen, muss auch an dieser Stelle auf eine solche Gesamtbetrachtung verzichtet werden.

Weiterhin werden bei Vergleichsrechnungen zwischen konventioneller Wasserver- und -entsorgung und weitergehenden Wasserkreislaufsystemen mit z.B. der Grauwassernutzung die Subventionen für die Infrastruktur der konventionellen Wasserversorgung und Abwasserbehandlung in der Regel nicht berücksichtigt. Vor allem in ländlich strukturierten Bereichen erfolgen jedoch teilweise erhebliche Investitionskostenzuschüsse durch die Bundesländer für konventionelle Systeme.

Ebenfalls wird in der Regel nicht monetär berücksichtigt, dass erst durch die Trennung des häuslichen Schmutzwassers in einen hoch belasteten Schwarzwasser- und einen gering belasteten Grauwasseranteil ein Wasser-, Nährstoff- und Energierecycling mit vertretbarem Aufwand praktiziert werden kann.

Im Folgenden sind verfügbare Parameter zur Beurteilung des Investitionsaufwandes und der Betriebskosten aufgeführt. Durch die Erstellung eines wasserwirtschaftlichen Konzeptes für den Einzelfall kann in der Regel eine deutliche wirtschaftliche Optimierung erfolgen.

9.1 Investitionskosten

Im Rahmen einer Umfrage bei Herstellern im Dezember 1999 wurden die Kosten für Grauwasser-Recycling-Anlagen inklusive erforderliche Speicher und Druckerhöhung abgefragt [Mehlhart / Bullermann, 2001]. Damals wurde der spezifische Investitionsaufwand noch erheblich von der Anlagengröße bestimmt. Heute

ist diese Abhängigkeit aufgrund neuer Produkte deutlich niedriger geworden. Auch bei kleinen Anlagen für ca. 15 Personen liegen die spezifischen Investitionskosten heute bereits im Bereich um ca. 300 € pro Person. Die zusätzlichen Kosten für separate Grau- und Betriebswasserleitungen sind jeweils anhand der örtlichen Bedingungen zu ermitteln.

9.2 Betriebskosten

Zu den Betriebskosten zählen die Kosten für Reparatur, Wartung, Unterhaltung, Inspektion, Betriebsmittel, wie Strom und Trinkwassernachspeisung sowie die Kosten für die Abrechnung des Betriebswasserverbrauchs.

9.2.1 Reparatur, Wartung, Unterhaltung

Die Kosten für Reparaturen, Wartung und Unterhaltung sind abhängig von der gewählten Technik. Für einfache bauliche Anlagen reicht in der Regel pro Jahr 1 Prozent der Investitionssumme aus, für maschinentechnische Einrichtungen sind pro Jahr bis zu 4 Prozent der Investitionssumme erforderlich.

9.2.2 Inspektion

Inspektionen sind regelmäßige Inaugenscheinnahmen der Anlage und Führen der Protokollbücher und ähnliches, ohne dass unmittelbare Wartungen oder Unterhaltungsmaßnahmen erforderlich sind.

Die Kosten für die Inspektionen sind, soweit sie nicht kostenneutral durch die Nutzer übernommen werden können, durch Automation und Fernüberwachung zu minimieren.

9.2.3 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch für die Grauwasseraufbereitung inklusive Druckerhöhung / Einspeisung in das Betriebswassernetz kann je nach verwendeter Technik zwischen 1,5 und 3 kWh pro Kubikmeter Betriebswasser liegen.

9.2.4 Trinkwassernachspeisung

Soweit längere Betriebsstillstände vermieden werden, liegt der Bedarf für die Trinkwassernachspeisung in üblichen Wohngebäuden bei

maximal etwa 2 Prozent des Betriebswasserbedarfes. Für andere Gebäude mit anderen Nutzungen (Gastronomie, Sportstätten, Hotels, Altenheime, Schulen etc.) können sich andere Werte ergeben, die individuell zu ermitteln sind.

9.2.5 Abrechnung Betriebswasser- verbrauch

Eine mengenabhängige Verbrauchsabrechnung einzelner Haushalte sollte vermieden werden, da hierdurch unverhältnismäßig hohe Kosten entstehen können (Zähler, Ablesedienst). Es ist eine personenbezogene Umlage zu bevorzugen, weil die variablen und verbrauchsabhängigen Aufwendungen zum Betrieb der Anlage nur etwa 20 Prozent betragen und ca. 80 Prozent der Gesamtaufwendungen durch Fixkosten verursacht werden.

10 Verwendete und weiterführende Literatur

- ATV M 205, 1998
Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser, Juli 1998, 27 Seiten
- Bullermann, M.; Lücke, F.-K.; Mehlhart, G.; Klaus, U., 2001
Grau- und Regenwassernutzung Kassel-Hassenhecke, hygienische und betriebstechnische Begleituntersuchungen Schriftenreihe der fbr, Band 7
- DBU-Verbundprojekt Bewachsene Bodenfilter, 2002
Bewachsene Bodenfilter als Verfahren der Biotechnologie, AZ 14178-01, Fehr et al. (Hrsg.), Abschlussbericht Oktober 2002, Gefördert aus Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
- DIN EN 1085, Ausgabe 1997-07
Abwasserbehandlung – Wörterbuch; Dreisprachige Fassung EN 1085 (1997)
- DIN EN 1717, Ausgabe 2001 – 2005
Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen - Technische Regel des DVGW; Deutsche Fassung EN 1717 (2000)
- DIN 4046, Ausgabe:1983-09
Wasserversorgung; Begriffe; Technische Regel des DVGW
- DIN 4261-1, Ausgabe: 2002-12
Kleinkläranlagen - Teil 1: Anlagen zur Abwasservorbehandlung
- DIN 19650, Ausgabe: 1999-02
Bewässerung - Hygienische Belange von Bewässerungswasser
- EU-Richtlinie für Badegewässer, 1985
Richtlinie des Rates vom 8. Dezember 1975 über die Qualität der Badegewässer (76/160/EWG). Amtsblatt der EG vom 05.02.1976 – L 31/1
- fbr (Hrsg.), 1999
Fachtagung Grauwasser-Recycling, Schriftenreihe der fbr Band 5, Darmstadt
- fbr (Hrsg.), 1998
Innovation Betriebs- und Regenwassernutzung, Schriftenreihe der fbr Band 3, Darmstadt
- HMUEJFG, 1996
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit: Breitflächige Versickerung von häuslichem Abwasser aus Kleinkläranlagen, Hier Anforderungskatalog, vom 20. Nov. 1996, StAnz 50/1996, S. 4137
- Holländer, R. et. al., 1993
Hygienische Aspekte bei der Wäsche mit Regenwasser, Forum Städte-Hygiene 44, 252
- Lange, J.; Otterpohl, R., 2000
Ökologie aktuell: Abwasser, Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft, Herausgeber: MALL-BETON GmbH, ISBN 3-9803502-1-5, 2. Auflage
- Lücke, F.-K., 2001
Grauwasser-Recycling: Ergebnisse mikrobiologischer Langzeituntersuchungen, In: Regenwassernutzung und -bewirtschaftung im internationalen Kontext, fbr-Schriftenreihe Bd. 8
- Mehlhart, G., 2001
Grauwasser weiter auf dem Vormarsch, fbr-wasserspiegel 2/2001, Seite 14 - 16, Darmstadt
- Mehlhart, G.; Bullermann, M., 2001
Anwendungsbereiche und -kosten für das Grauwasserrecycling, SI Informationen, September 2001
- MLUR, 2001
Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung zur Einleitung gereinigter Abwässer in das Grundwasser, vom 29. Januar 2001,

Amtsblatt für Brandenburg, Nr. 9, vom 28.
Februar 2001, S. 193 - 194

Nolde, E., 1995
Betriebswassernutzung im Haushalt durch
Aufbereitung von Grauwasser. wwt 1/95,
S. 17 – 25

Nolde, E., 1999
Greywater reuse systems for toilet flushing in
multistorey buildings – over ten years ex-
perience in Berlin. Urban water 1 (1999)
Elsevier Science Ltd., 275 - 284

Nolde, E., 2000
Grauwasserrecycling – Ökologische, tech-
nische und wirtschaftliche Aspekte mit Bei-
spielen aus der Praxis. Betriebswassernutzung
im Umbruch? Fachtagung der Europäischen
Akademie für städtische Umwelt Berlin,
29.11.2000

Nolde, E., 2003
Wasserrecycling im Haushalt, IKZ-Haustech-
nik, H. 1/2, 2003, S. 31 – 35

RALGZ 992 Deutsches Institut für Gütesiche-
rung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.), 1998,
Sachgemäße Wäschepflege - Gütesicherung.
Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege
e.V., Schloss Hohenstein, 74357 Bönningheim

SenStadt, 2003 (Hrsg.: Senatsverwaltung für
Stadtentwicklung, Württembergische Straße 6
10707 Berlin; www.senatsverwaltung.berlin.de)
Innovative Wasserkonzepte – Betriebswas-
sernutzung in Gebäuden

Statistisches Bundesamt, 2000
Wasserverbrauch 1998, Okt. 2000

Töpfer, B.; Gora, A.; Benedde, M; Nolde, E.,
2003
Mikrobiologische Untersuchungen zum Thema:
„Wäschewaschen mit recyceltem Grauwas-
ser“. Umwelttechnisches Seminar WS
2002/2003 an der TU-Berlin, Institut für Tech-
nischen Umweltschutz, Arbeitsgruppe Umwelt-
hygiene, April 2003

TrinkwV, 2001

Verordnung zur Novellierung der Trinkwasser-
verordnung vom 21. Mai 2001, Bundesgesetz-
blatt Jahrgang 2001, Teil I Nr. 24, Bonn am
28.05.2001, S. 959 - 980

Absender (Unternehmer / Inhaber):
 Name, Vorname
 Firma
 Anschrift
 PLZ / Ort
 (Vorwahl) Telefon / Fax / e-mail

An

- Gesundheitsamt -

 Straße, Hausnummer

 PLZ

1. Hiermit zeige ich Folgendes an

- Betrieb einer bereits existierenden Anlage
 Inbetriebnahme einer Anlage
 Wiederinbetriebnahme einer Anlage
 Stilllegung einer Anlage

am _____
 Datum

Fassungsvermögen der Zisterne: ca. __m³

2. Standort der Anlage

 Anschrift

 PLZ

 Gebäude / Gebäudeteil

 Nutzungsart des Gebäudes

3. Herkunft des Betriebswassers

- Hausbrunnen
 Dachablaufwasser
 Oberflächenwasser
 Grauwasser
 (aus Bad, Dusche, Handwaschbecken, Waschmaschine)
 Sonstiges:

4. Herkunft des Nachspeisungswassers

- zentrale Trinkwasserversorgung
 Sonstiges:

5. Die Ableitung des überschüssigen

Betriebswassers erfolgt in die / durch

- Trennkanalisation
 Mischkanalisation
 Versickerung
 Sonstiges:

Anzeige nach § 13 Absatz 3 der Trinkwasserverordnung - Nutzung einer Betriebswasseranlage -

6. Ansprechpartner/in vor Ort

 Name, Vorname

 Anschrift

 PLZ/Ort

 Telefon/Fax

7. Allgemeines

- a) Wie viele Wohneinheiten werden
 mit Betriebswasser versorgt? _____ Anzahl
- b) Wie viele Verbraucher/innen werden
 mit Betriebswasser versorgt? _____ ca. Anzahl
- c) Wie hoch ist der geschätzte
 Betriebswasseranfall/ Jahr? _____ ca. m²
- d) Haben Sie einen Wartungsvertrag
 abgeschlossen? ja nein
- e) Was wird versorgt?
 Toilette
 Waschmaschine
 Gartenbewässerung
 Sonstiges:

8. Wurden folgende Anforderungen beachtet?

- a) Wurde die Anlage von einer Fachfirma installiert?
 (falls ja, bitte Beleg beifügen)
 ja nein
- b) Sind die Rohrleitungen farblich und die
 Entnahmestellen deutlich mit der Aufschrift
 „**Betriebswasser – KEIN Trinkwasser**“
 gekennzeichnet (§ 17 Abs. 2 TrinkwV 2001)
 ja nein
- c) Erfolgt die Wassernachspeisung aus der
 Trinkwasserversorgung ausschließlich durch freien
 Auslauf? ja nein
- d) Liegt ein Wartungsplan vor? ja nein
 (falls ja, bitte Beleg beifügen)

 Ort, Datum

 Unterschrift