



ECOCAMPING Fachinformation

Grauwassernutzung auf Campingplätzen



Autor*innen: Melanie Elba Alicia Strutz &
Dipl. Ing. Martin Rolletschek (ECOCAMPING)

Stand: Mai 2022





Inhalt

1. Einführung.....	2
2. Aufbereitung von Grauwasser.....	4
3. Bedarfsermittlung zur Nutzung von Grauwasser	6
4. Quellennachweis	8



Die Folgen des Klimawandels sind global wie auch in Europa deutlich spürbar. In einigen Regionen sind die Menschen bereits von starken Dürreperioden betroffen und kämpfen mit Wasserknappheit. In anderen Regionen werden Infrastruktur und Häuser durch Starkregenereignisse überflutet und zum Teil zerstört. Die Kosten für Wasser steigen zusehends. Demnach gilt es möglichst viele Maßnahmen umzusetzen, die zu einem schonenden und respektvollen Umgang mit der Ressource Wasser führen. Die Nutzung von sauberem Trinkwasser ist für viele Anwendungsbereiche im Alltag nicht notwendig, z.B. für die Toilettenspülung und Bewässerung von Pflanzen. Die dezentrale Nutzung von Grauwasser als Brauchwasser im öffentlichen und privaten Bereich ist einer von vielen Lösungsansätzen, dessen Anwendung auch auf einem Campingplatz empfehlenswert ist.

Melanie Elba Alicia Strutz hat im Rahmen einer Masterarbeit, in Zusammenarbeit mit der Hochschule Bremen, für einen Campingplatz exemplarisch ein Konzept entwickelt, welches ökologische Verbesserungen sowie ökonomische Einsparungen forciert. Diese Masterarbeit sowie weitere Literatur liefern die Grundlage für die vorliegende Fachinformation, welche in Kooperation mit ECOCAMPING erstellt wurde



1. Einführung

1.1. Was spricht für eine Aufbereitung von Grauwasser?

Grauwasser stellt im Endnutzerkontext mengenmäßig mit 90 Prozent den relevantesten Teilstrom der Wassernutzung dar. Weiterhin fällt Grauwasser in einem Gebäude immer getrennt von Schwarzwasser (Fäkalienbelastet) und Regenwasser an. Erst in der Kanalisation werden alle Ströme zusammengeführt und als Schmutzwasser zum Klärwerk geleitet. Wenn das Grauwasser richtig aufbereitet ist es als Betriebswasser nutzbar. Das Betriebswasser kann unter anderem für die Toilettenspülung, zur Bewässerung oder zur Reinigung genutzt werden.

Ein weiterer Grund den wertvollen Abwasserteilstrom zurück in den Wasserkreislauf zu führen und erneut zu nutzen ist die Erhöhung der Trinkwasserpreise in den vergangenen Jahren. Die steigenden Kosten für 1m³ Wasser wird exemplarisch anhand der Entwicklung im Bundesland Hessen verdeutlicht.

Hessen							
Kubikmeter- und Grundentgelt							
2017	373	373	5 730 362	2,02	42,95		234,46
2018	373	373	5 730 362	2,03	43,89		236,35
2019	372	372	5 721 331	2,07	47,51		243,76
ausschließlich Kubikmeterentgelt							
2017	50	50	438 818	2,29	-		217,11
2018	50	50	438 818	2,31	-		219,01
2019	51	51	447 849	2,36	-		223,75

Abbildung 1: Entwicklung des Trinkwasserpreises im Bundesland Hessen (BDEW 2018)

Die markierte Spalte zeigt den Anstieg des Kubikmeterentgelte über die Jahre 2017, 2018 und 2019. In der Landeshauptstadt Wiesbaden wurde der Trinkwasserpreis zum 01.06.2022 erneut angehoben und liegt derzeit bei 2,41 Euro.

1.2. Voraussetzung für die Installation einer Grauwassernutzungsanlage

Für die Aufstellung und den Betrieb einer Grauwassernutzungsanlage im öffentlichen Bereich müssen geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen



geprüft werden. Die Rechtsgrundlage für die Errichtung der Grauwassernutzungsanlage auf dem Bremer Campingplatz ist für Deutschland dem fbr-Hinweisblatt H 202 (Stand 2017) zu entnehmen. Darin sind neben Rechtsgrundlagen auch Hinweise zur Anlagenauslegung für die Behandlung und Nutzung von Grauwasser zusammengefasst.

Infokasten Grauwasser

Grauwasser ist hinsichtlich der Herkunft in die zwei Typen A und B einzuordnen. Typ A beschreibt den schwach belasteten Grauwasserstrom ohne Küchen- und Waschmaschinenabfluss und Typ B den stark belasteten Strom. Typ A1 ist Grauwasser aus Badewannen und Duschen. Typ A2 beinhaltet zusätzlich das Grauwasser aus dem Handwaschbecken. Grauwasser aus dem sanitären Bereich inkl. Waschmaschinenabfluss gehört zum Typ B1. Zum Typ B2 gehört außerdem noch der Küchenabfluss.

Der Einsatz von Grauwasser im öffentlichen sowie im gewerblichen Bereich unterliegt bestimmten Qualitätsanforderungen. In Abhängigkeit der Nutzung werden die Qualitätsstufen des Grauwassers dem fbr-Hinweisblatt H202 entsprechend in zwei Klassen eingeteilt und charakterisiert (vgl. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

Tabelle 1: Belastungswerte zur Beurteilung der Grauwasserbeschaffenheit (fbr, 2017) (DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, 2017)

Grauwassertyp				
Parameter	Typ A1	Typ A2	Typ B1	Typ B2
Organische Belastung	sehr gering		mittelmäßig bis hoch	
CSB [mg/l]	80 – 200		500 – 800	400 – 800
ASF [mg/l]	7 – 120		80 – 280	130 – 1300
pH-Wert	5 – 8,6		9,3 – 10	6,3 – 7,4
Nährstoffbelastung	sehr gering -mittel	sehr gering	mäßig	hoch – sehr hoch
Keimbelastung	sehr gering -mittel	sehr gering	sehr hoch	hoch – sehr hoch
Besonderheiten	Körperpflege-mittel, Nähr-stoffe und CSB ggf. durch Urin erhöht	Farbe, geringe Mengen Blut	Flusen, Waschmittel, Tenside, Trübung	Speisereste, Fette, Reinigungsmittel, Säuren
Gesamt Coliforme [1/ml]	$10^1 - 10^5$		$10^2 - 10^6$	$10^5 - 10^8$
Fäkale Bakterien [1/ml]	$10^1 - 10^5$		$10^2 - 10^6$	$10^2 - 10^6$



2. Aufbereitung von Grauwasser

Für die Behandlung von Grauwasser werden in der Praxis verschiedene Verfahren oder eine Kombination mehrerer Verfahren angewendet. Die üblichen Verfahrensschritte der Grauwasseraufbereitung sind die Vorklärung, die Hauptreinigung, Desinfektion und Speicherung des Betriebswassers (vgl.

Abbildung 2).

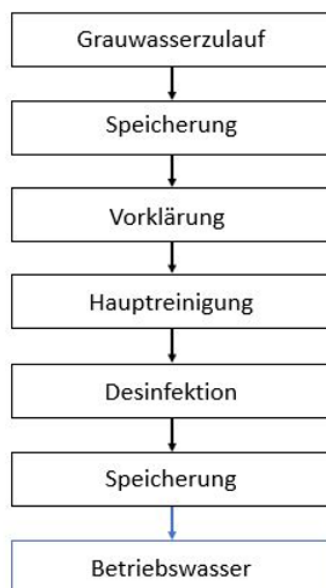


Abbildung 2: Verfahrensschritte der Grauwasseraufbereitung (eigene Darstellung)

Alle Verfahren beginnen mit dem Zulauf des Grauwassers vom Entstehungsort zur Anlage. Das heißt, auch wenn nicht direkt im Bau oder bei der Renovierung eines Sanitärgebäudes eine Grau-/ Betriebswassernutzung umgesetzt wird, kann diese bei der Planung von Wasser Zu- und Ableitung berücksichtigt werden. Denn ein späteres Nachrüsten ist oft sehr aufwändig.

Das Grauwasser wird zunächst zwischengespeichert und dem ersten Reinigungsschritt zugeführt. Die Vorklärung kann durch Sedimentation, Siebung oder Filtration erfolgen. Anschließend erfolgt der Hauptreinigungsschritt unter aeroben Bedingungen. In Tab.2 sind gängige



Verfahren der Grauwasseraufbereitung sowie einige Vor- und Nachteile zusammengefasst. Die Auswahl des Verfahrens ist von Faktoren wie z.B. Platz oder dem Anwendungszweck des Betriebswassers abhängig. Nach der Hauptreinigung erfolgt die Desinfektion des gereinigten Wassers. Anschließend wird das Betriebswasser in einem weiteren Behälter gespeichert und kann nun erneut genutzt werden.

Für die Aufbereitung von Grauwasser auf Campingplätzen eignen sich dem Stand der Technik nach verschiedenste Biofilm- sowie Membranverfahren.

Zu den biologischen Verfahren gehören die Pflanzenkläranlage und das Festbettverfahren (z.B. Tropfkörperverfahren). Zu den Membranverfahren zählt die Mikrofiltration. Neben den genannten Technologien gibt es noch weitere, die jedoch aufgrund des technologischen Fortschritts und Parametern wie z.B. erhöhtem Platzbedarf nicht vorgestellt werden.

Tabelle 2: Vergleich Verfahren zur Aufbereitung von Grauwasser nach (DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, 2017)

Aufbereitungsverfahren	Vorteil	Nachteil
Pflanzenkläranlage	frostsicherer Betrieb möglich, stabil bei Zulaufschwankungen aufgrund der Saisonalität, wartungsarm	hoher Platzbedarf, Geruchsbildung
Membranverfahren	hoher Reinigungsgrad (Trinkwasserqualität möglich), geringer Platzbedarf	hoher Energiebedarf und Wartungsaufwand
Festbettverfahren	wartungsarm	hoher Platzbedarf

Der Einsatzzweck des aufbereiteten Grauwassers sowie die Ausgangssituation des betrachteten Campingplatzes ist ausschlaggebend für die Auswahl des Verfahrens. Der Einsatz eines Festbettreaktors auf einem Campingplatz, der nur in der Hochsaison betrieben wird, ist nicht ratsam. Da in der Nebensaison durch fehlende Campingplatzgäste kein Grauwasser anfällt muss Trinkwasser nachgespeist werden, damit die Anlage nicht trockenläuft. Weiterhin muss der biologische Prozess durch „Beimpfung“ aufrechterhalten werden. Die Mikroorganismenkultur und somit auch die Funktionstüchtigkeit der Anlage bleiben somit nur intakt, wenn es ein Minimum an Ganzjahresnutzung gibt. Dies führt ggf. zu einem Mehraufwand und zusätzlichen Kosten, wodurch auch die Nachhaltigkeit in Frage steht.

Eine umfangreiche Bedarfsermittlung ist die Planungsgrundlage für die Ausarbeitung eines Konzepts. Dazu gehört die Analyse, an welcher Stelle und in welchen Mengen Grauwasser pro Tag anfällt. Ebenso die Ermittlung der Spitzenlasten und Schwankungen, z.B. durch Saisonalität, aber auch Feiertage muss berücksichtigt werden.



3. Bedarfsermittlung zur Nutzung von Grauwasser

Wie zuvor beschrieben liefern Daten über Trinkwasserverbräuche die Grundlage für ein Grundwassernutzungskonzept. Hierfür ist die Installation von Wasserzählern an sämtlichen Entnah-

Tipp: Eigene Verbräuche messen und dokumentieren

mestellen hilfreich, um ein Monitoring durchführen zu können. Bisher liegen kaum allgemeingültigen Daten für Campingplätze vor. Aus diesem Grund werden Verbrauchsdaten aus dem privaten Haushalt aufgezeigt, um damit über die Gästezahl Hochrechnungen anzustellen (vgl. Tabelle 3). Hier kann auch die Verbrauchzahlen-Tabelle des ECOCAMPING Monitoring Anhaltspunkte für die Planung liefern.

Tabelle 3: Trinkwasserverbräuche in einem privaten Haushalt (BDEW, 2020)

Herkunftsbereich	Wassermenge [l/E · d]
Dusche	10 – 50
Waschbecken (Waschraum)	10 – 15
Spülbecken (Küche)	5 – 10
Waschmaschine	10 – 15
Toilettenspülung	30 – 35
Summe (Minimalwert)	65
Summe (Maximalwert)	125

Der tägliche Bedarf im Durchschnitt variiert in Abhängigkeit des zu behandelnden Grauwasserstromtypen (A oder B). Sofern nur der schwach belastete Strom betrachtet wird, fallen die Trinkwasserverbräuche für Waschmaschine, Toilettenspülung und das Spülbecken in der Küche weg.

Schritte zur Durchführung der Bedarfsermittlung

Es ist davon auszugehen, dass der maximale Verbrauch von 125 [l/d] pro Person auf einem Campingplatz zu hoch angenommen ist.

Unter der Annahme, dass schwach belastetes Grauwasser aus dem Sanitärbereich ohne Küchenabfluss nach der Aufbereitung für die Toilettenspülung eingesetzt wird, sind die weiteren Schritte der Bedarfsermittlung folgendermaßen:

1. Ermittlung der Anzahl der Campingplatzgäste in der Hoch- und Nebensaison (täglicher Mittelwert)



2. Ermittlung des täglichen Betriebswasserbedarfs
 - Multiplikation des Mittelwerts mit dem Trinkwasserverbrauch für die Toilettenspülung
3. Ermittlung des täglichen Grauwasseranfalls
 - Multiplikation des Mittelwerts mit dem Trinkwasserverbrauch für sanitäre Anwendung
4. Vergleich der Ergebnisse
 - Ist ein Grauwasserüberschuss erkennbar bzw. kann der Betriebswasserbedarf durch Grauwasser gedeckt werden oder ist die Zugabe von Trinkwasser notwendig?

Für das Projekt der Masterarbeit lagen keine aktuellen Daten vor, die als Grundlage zur Auslegung einer Anlage auf einem Campingplatz beitragen konnten. Verwendet wurden die Verbrauchsdaten, die dem ECOCAMPING Umweltbericht des Campingplatzes am Bremer Stadtwaldsee aus dem Jahr 2006 entnommen werden können (vgl.

Tabelle 4). Der Campingplatz gehört mittlerweile nicht mehr zum Netzwerk. Weiterhin ist zu erwähnen, dass der Campingplatz ganzjährig betrieben wird.

Tabelle 4: Verbrauchsdaten Umweltbericht Hanse Camping 2006 (ECOCAMPING e.V., 2006)

Verbrauch (gesamter Betrieb)		IV/2005	I/2006	II/2006
Übernachtungen Touristen		950	960	3670
Übernachtungen gesamt		950	960	3670
Innenfläche gesamt (m ²)		700	700	700
Wasserverbrauch	in l	3000	2200	5000
Kennzahl Wasserverbrauch	in l/Übernachtung	3,16	2,3	1,36
Kennzahl Wasserverbrauch	in l/m ² Innenfläche	4,28	3,14	7,14
Abwasserabgabe	in m ³	3000	2200	5000

Der Tabelle kann ein maximaler Frischwasserverbrauch von 5 m³ im zweiten Jahresquartal entnommen werden. Nicht genauer bekannt sind die Entnahmestellen, sodass weitere Annahmen getroffen werden müssten, um die Bedarfsermittlung abzuschließen. Hier wird nochmals deutlich, wie wichtig ein gutes Monitoring ist, um ein Konzept mit tatsächlichen Verbräuchen am Ort erarbeiten zu können.



4. Quellennachweis

BDEW, B. d. E.-. u. W. e. (2018). [Online]

Available at: https://www.bdew.de/media/documents/20180410_Entwicklung_TW_Preise_und_Inflation.pdf

BDEW), B. d. E.-. u. W. e. (2020). Trinkwasserverwendung im Haushalt 2019. [Online]

Available at: https://www.bdew.de/media/documents/Trinkwasserverwendung_im_HH_2019_o_j_Ott_online_02_112020

DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, A. u. A. e. V. (2017)

Abwasserbehandlung. Gewässerbelastung, Bemessungsgrundlagen, mechanische Verfahren, biologische Verfahren, Reststoffe aus der Abwasserbehandlung,. s.l.:Bauhaus Universitätsverlag.

ECOCAMING e.V. (2006). Camping am Stadtwaldsee Bremen - Umweltbericht Stadtwaldsee , s.l.: s.n.

fbr, F. B.-. u. R. e. (2017). Fbr - Hinweisblatt. s.l.:s.n.

Greenlife GmbH, 2015. Grauwasser-Recycling-Anlage 250 l/d. [Online].



Impressum

ECOCAMPING

Blarerstr. 56

78462 Konstanz

Tel: +49-7531-28257-0

info@ecocamping.de

www.ecocamping.de



erstellt von: Melanie Elba Alicia Strutz
Dipl. Ing (FH) Martin Rolletschek (ECOCAMPING)

Stand: Mai 2022

Die Veröffentlichung von Fachinformationen ist ein Service der ECOCAMPING Service GmbH für die Teilnehmer am ECOCAMPING Netzwerk. Dabei handelt es sich um eine zusammenfassende Darstellung der fachlichen und rechtlichen Grundlagen, die nur erste Hinweise enthält und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Es kann eine Beratung im Einzelfall nicht ersetzen. Obwohl sie mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, kann eine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit nicht übernommen werden.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur nach Rücksprache mit ECOCAMPING Service GmbH