

*Leitfaden
Regen- und
Grauwasser-
Nutzung*



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



Regionalmanagement
Bayern



Impressum

Herausgeber: Region Bayreuth, vertreten durch Landkreis Bayreuth, Klimaschutzmanagement
Markgrafenallee 5, D-95448 Bayreuth
E-Mail: klima@lra-bt.bayern.de Internet: <https://klima.landkreis-bayreuth.de>

Projektleitung: Bernd Rothammel, Carola Kiene

Redaktionelle Überarbeitung und Layout: Landkreis Bayreuth, Klimaschutzmanagement

Auf Basis einer Informationsrecherche durch
KlimaKom gemeinnützige eG
Bayreuther Str. 26a, D-95503 Hummeltal <https://klimakom.de>
Projektleitung: Dr. habil Sabine Hafner
Mitarbeit: Janis Schiffner

Erstellt: Mai 2024

*Bild Titelseite: www.pixabay.de
Bild Rückseite: Carola Kiene*

Gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund	2
2. Definitionen von Trinkwasser, Niederschlagswasser, Grauwasser, Betriebswasser, Schwarzwasser und Brauchwasser	3
3. Niederschlagswasser	4
3.1 Nutzungsmöglichkeiten	4
3.2 Hygiene, Qualität und weitere gesundheitliche Aspekte der Regenwassernutzung	5
3.3 Kriterien für Regenwassernutzung im Haushalt	5
3.4 Vorteile von Regenwassernutzungsanlagen	6
3.5 Nachteile von Regenwassernutzungsanlagen	7
3.6 Zisternen – Voraussetzungen, Arten und Dimensionierung	8
3.7 Bau einer Zisterne	9
3.8 Zisternen – Kostenrahmen	11
4. Grauwasser	12
4.1 Grauwassernutzungsanlage – Systeme und Funktionsweise	12
4.2 Bau einer Grauwassernutzungsanlage	14
4.3 Grauwassernutzungsanlage - Kostenrahmen	15
5. Fördermöglichkeiten für Zisternen und Grauwasseranlagen	16
6. Rechtliche Grundlagen	17
7. Literatur	19

Abbildungen

Abbildung 1: Einsparpotenzial des Trinkwasserverbrauchs pro Person und Tag. Quelle: Landkreis Bayreuth nach iWater Wassertechnik 2017: 11	7
Abbildung 2: Funktion einer Regenwasserzisterne. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Gartenbau.org und zisterne-ratgeber.de	8
Abbildung 3: Betonzisterne. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Huberstein o.J.	10
Abbildung 4: Grauwasserrecycling mit vorgeschalteter Wärmerückgewinnung. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Nolde 2013:6	13
Abbildung 5: Trinkwasserverwendung im Haushalt (2023), nach BDEW 2024	15

Tabellen

Tabelle 1: Richtwerte für die Dimensionierung einer Zisterne anhand von Niederschlagsmenge und Dachfläche. Quelle: Gartenbau.org 2022	9
Tabelle 2: Grober Kostenrahmen Zisternenbau, Datenbasis Internetrecherche, Stand 2.5.2024.	12

1. Hintergrund

Die vergangenen Jahre haben mit Hitzeperioden, Dürresommern und Starkregenereignissen gezeigt, dass die Klimaveränderung bereits spürbar ist. Bei der Anpassung an diese Klimaveränderungen spielen Wasser- und Grünflächen eine wichtige Rolle. Sie werden auch als blau-grüne Infrastrukturen bezeichnet und erfüllen zahlreiche soziale, gesundheitliche, wirtschaftliche, ökologische und klimatische Funktionen. Blaue Infrastruktur hat zum Ziel, Regenwasser zurückzuhalten – so kann es verdunsten und dadurch die Umgebung kühlen oder langsam versickern ohne Überschwemmungsschäden zu verursachen (Prinzip der „Schwammstadt“). Grüne Infrastruktur nutzt die Potenziale von Dach- und Fassadengrün, stärkt die Artenvielfalt auch innerorts und ermöglicht, multifunktionale Freiflächen zu gestalten und Frischluftschneisen wirksam zu halten“ ([18], S. 2).

Die Nutzung von Niederschlagswasser und Grauwasser kann wertvolle Wasserressourcen sparen und bietet zugleich ökologische und wirtschaftliche Vorteile. Im Durchschnitt bezieht jeder Einwohner täglich 110 Liter Wasser aus dem öffentlichen Trinkwassernetz. Rund die Hälfte davon könnte durch Regenwasser oder Grauwasser ersetzt werden.

Diese Broschüre soll einen Überblick über Möglichkeiten zur Regen- und Brauchwassernutzung bieten.

Stadt und Landkreis Bayreuth stellen sich der Herausforderung der Klimaanpassung: Der Landkreis hat ein Klimaanpassungskonzept und die Stadt eine Stadtklimaanalyse erstellt. Außerdem wurde im Bayreuther Stadtgebiet ein Messnetzwerk mit Mikrowetterstationen aufgebaut, welches kleinräumige Unterschiede des städtischen Mikroklimas erfasst und als Grundlage für Stadtklimasimulationen dient.

Gemeinsam haben Stadt und Landkreis ein Projekt zur Förderung blau-grüner Infrastrukturen sowie eine Informationskampagne mit dem Motto „Klimaschutz: es ist unsere Entscheidung“ gestartet. Sie zeigt Menschen und Initiativen aus der Region, die sich im Alltag in für mehr Klimaschutz und Klimaanpassung entschieden haben, und informiert über Vorteile und Hintergründe über zahlreichen Möglichkeiten, klimafreundlicher und klimaangepasster zu leben. Unter anderem werden dabei auch die Themen Gebäudebegrünung, Flächenentsiegelung und Regenwassernutzung aufgegriffen.

Bild rechts: Motiv aus der Infokampagne „Klimaschutz: es ist unsere Entscheidung“, mit der Stadt und Landkreis Bayreuth u.a. auf die Möglichkeiten der Regenwassernutzung aufmerksam machen.



2. Definitionen von Trinkwasser, Niederschlagswasser, Grauwasser, Betriebswasser, Schwarzwasser und Brauchwasser

Wasser ist nicht gleich Wasser, je nach Herkunft, Sauberkeitsgrad und Nutzungszweck werden verschiedene Kategorien betrachtet:

- **Trinkwasser** ist Wasser für den menschlichen Gebrauch, das für folgende Zwecke bestimmt ist:
 - zum Trinken, zum Kochen sowie zur Zubereitung von Speisen und Getränken,
 - zur Körperpflege und -reinigung,
 - zur Reinigung von Gegenständen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen (z.B. Teller, Tassen, Töpfe),
 - zur Reinigung von Gegenständen, die mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen (z.B. Kleidung),
 - zu sonstigen in Bezug auf die menschliche Gesundheit relevanten häuslichen Zwecken oder
 - in Lebensmittelunternehmen zur Herstellung, Behandlung, Konservierung oder zum Inverkehrbringen von Erzeugnissen oder Substanzen, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind.

Diese Definition ist eine gekürzte Fassung der Definition¹ aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, [19]). Weitere Regelungen finden sich in der DIN 2000 und der Allgemeinen Verordnung für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV [2]).

- **Niederschlagswasser** wird als das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser definiert². Im Sinne des Ressourcenschutzes ist Niederschlagswassernutzung sinnvoll. Zur Stärkung des natürlichen Wasserkreislaufs und der Grundwasserneubildung, sollte es vorrangig außerhalb von Gebäuden genutzt werden, beispielsweise zur Bewässerung von Grünflächen und Gärten.
- Unter dem Begriff **Betriebswasser**^[1] versteht man Wasser, welches nicht unbedingt Trinkwasserqualität hat. Typische Betriebswässer sind z.B. Regenwasser, Grundwasser aus oberflächennahen Grundwasserleitern oder Quellen. Betriebswasser kann überall dort zum Einsatz kommen kann, wo Trinkwasserqualität nicht zwingend gefordert wird und kann unter anderem gewerblich, industriell, landwirtschaftlich genutzt werden. Jedoch muss Betriebswasser, je nach Anwendungsbereich, nationalen wie internationalen Anforderungen in hygienischer sowie chemischer und physikalischer Hinsicht genügen ([1], S. 28).

¹ § 2 Nr. 1 Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159), beschlossen durch Art. 1 der Zweiten Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung [4]

² § 54 Abs. 1 Nr. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

[1] laut DIN 4046

- **Grauwasser** bezeichnet
 - fäkalien- und urinfreies, leicht verschmutztes Abwasser (z. B. aus Dusche oder Waschbecken)³.
 - Es fällt regelmäßig an (ca. 60 Liter am Tag).

In einer Grauwasseranlage wird gering verschmutztes häusliches Abwasser gesammelt und mittels geeigneter technischer Maßnahmen zu Betriebswasser aufbereitet. Dann kann es für Zwecke verwendet werden, bei denen nicht zwingend Trinkwasserqualität erforderlich ist, z.B. für die Toilettenspülung, Gartenbewässerung, Wäschewaschen oder zur Hausreinigung. Eine Grauwasseranlage ist der Gesundheitsbehörde anzuzeigen.

Grauwasser kann auch zur Wärmerückgewinnung durch technische Systeme genutzt werden. Im gewerblichen und industriellen Bereich erstrecken sich die Nutzungsmöglichkeiten außerdem auf die Reinigung von Tierställen in der Landwirtschaft, dem Betrieb großer Klimaanlage mit Kühltürmen, Autowaschanlagen, sowie auf Prozesswasser in der Industrie ([6], [20], S. 21).

- **Schwarzwasser** wird⁴ als häusliches Abwasser mit fäkalen Feststoffen definiert. Demnach ist Schwarzwasser Abwasser aus Toiletten und findet keine Anwendung im Haushalt. Darin enthalten ist Braun- und Gelbwasser, welches jeweils als Düngemittel verwendet werden kann.
- **Brauchwasser:** Der heute noch oft gehörte Begriff Brauchwasser ist technisch unscharf und wird je nach Kontext für Grauwasser oder Betriebswasser verwendet. Im Interesse einer exakten Ausdrucksweise sollte der Begriff vermieden werden.

3. Niederschlagswasser

3.1 Nutzungsmöglichkeiten

Die **Gartenbewässerung**, also das Gießen von Pflanzen, Bäumen, Obst und Gemüse in Haus und Garten stellt die technisch einfachste und sinnvollste Nutzung von Niederschlagswasser oder Regenwasser dar. Das weiche Regenwasser ist bestens geeignet, um Pflanzen damit zu versorgen. Um den Wasserkreislauf (Speicherung, Bewässerung, Versickerung) zu erhalten, ist es ökologisch sinnvoll, das gesammelte Wasser im Garten anstatt im Haushalt zu verwenden. Grundsätzlich möglich ist aber auch die **Nutzung im Haushalt**, z.B. für Waschmaschine oder Toilettenspülung.

³ laut europäischer Norm DIN EN 12056-1

⁴ laut ISO 6107-7:1997

Regenwasser kann auch zur **Klimatisierung von Räumen** über die indirekte Verdunstungskühlung verwendet werden. Dies funktioniert über das Prinzip der „Kälterückgewinnung“. Hierbei wird die Luft über ein Kreislaufverbundsystem oder über Plattenwärmetauscher befeuchtet und abgekühlt. Durch den Einsatz von Regenwasser anstelle von Trinkwasser in Klimaanlageanlagen wird Wasser und Abwasser gespart, außerdem gelangt das Regenwasser wieder in den natürlichen Wasserkreislauf von Verdunstung und Niederschlag zurück (17, S. 16).

Gesammeltes Regenwasser kann auch als Ersatz von entsalztem Wasser in der Industrie als **Prozesswasser** oder zur Bevorratung von **Löschwasser** verwendet werden (17, S. 16).

3.2 Hygiene, Qualität und weitere gesundheitliche Aspekte der Regenwassernutzung

Die Verwendung von Regenwasser zur Gartenbewässerung, Toilettenspülung und zum Wäschewaschen ist hygienisch unbedenklich ([20], S. 28). Wichtige Voraussetzungen für einen dauerhaft sicheren Betrieb sind die fachgerechte Planung und Bauausführung, regelmäßige Wartung sowie die Einhaltung der geltenden Rechtsvorschriften ([7], S. 9). Des Weiteren gilt: Regenwassernutzungsanlagen sind nie so sicher wie die öffentliche Trinkwasserversorgung.

Die Qualität des Regenwassers ist sehr unterschiedlich und abhängig von der Aufnahme der Stoffe auf seinem Weg durch die Atmosphäre, sowie dem Ort des Auftreffens. Der Niederschlag, welcher anfangs arm an gelösten Inhaltsstoffen ist, nimmt in der Atmosphäre Feinstpartikel und Aerosole auf. Fällt Regen auf eine Oberfläche, werden weitere Stoffe von dieser Oberfläche aufgenommen und abtransportiert. Der Kontakt mit beispielsweise Vogelkot, Laub oder toten Tieren verunreinigt das Regenwasser mikrobiell und begünstigt die Anreicherung von Bakterien. Um hier vorzubeugen, ist eine regelmäßige Reinigung der Regenrinne zu empfehlen, außerdem sollte der Regenspeicher dunkel und kühl sein.

Werden Regenwassernutzungsanlagen vorschriftsmäßig installiert, betrieben, gewartet und hygienisch geprüft, stellen sie auch nach mehrjähriger Betriebszeit kein Gesundheitsrisiko dar. Regenwassernutzungsanlagen für den Haushalt benötigen jedoch eine ständige Überwachung und Pflege auf Eigenverantwortung der Betreibenden. Probleme der Anlagen sind meist auf mangelnde Wartungsarbeiten zurückzuführen ([20], S. 27 f.). Außerdem sollte der Speicher in jedem Fall außer Reichweite von Kindern errichtet werden.

3.3 Kriterien für Regenwassernutzung im Haushalt

Folgende **Kriterien** sind nach dem Umweltbundesamt bei einer **Nutzung von Regenwasser im Haushalt** zu beachten:

- Für die Regenwassernutzung ist **ausschließlich Dachablaufwasser** zu verwenden, wobei **keine Dachbeläge aus Kupfer und Zink** verwendet werden dürfen, da lösliche

und unlösliche Metallverbindungen durch Abschwemmen abgetragen werden können. Die Löslichkeit von Schwermetallen steigt bei niedrigen pH-Werten des Regenwassers.

- Um die Gefahr einer bakteriellen Belastung zu minimieren muss eine **Lagerungstemperatur des Wassers von unter 18°C** möglich sein.
- Der Speicher muss ein **geschlossenes System** sein, sodass weder Licht noch Schmutz eindringen können.
- Darüber hinaus muss das Wasser **vor dem Speichern feingefiltert** werden, um eine dauerhafte gute Wasserqualität sichern zu können. Dafür können Fallrohrfilter, zentrale Sammelfilter oder fertig eingebaute Filter im Speicher zum Einsatz kommen. Weitere Filter nach dem Speicher würden den Strömungswiderstand erhöhen und damit die Lebensdauer der Pumpe verkürzen, weshalb sie unnötig sind. Generell sollte darauf geachtet werden, dass die Filter selbstreinigend sind und die Filterung vor dem Speicher erfolgt. Die Maschenweite der Filter sollte nicht größer als 0,2 Millimeter sein. Das am stärksten belastete Wasser der ersten Minuten der Filterung wird nicht in den Speicher geleitet, da die Filterungswirkung erst bei vollständiger Benetzung der Filtereinsätze mit Wasser einsetzt. Nicht empfehlenswert sind Systeme, in denen sich zurückgehaltener Schmutz anreichert, da hier die Verstopfungsgefahr steigt und dadurch eine intensive Wartung nötig ist.
- **Trink- und Regenwasser müssen strikt voneinander getrennt sein.** Nach langen Trockenperioden wird eine Nachspeisung von Trinkwasser in das Regenwassersystem benötigt. Deshalb ist eine Koppelungsstelle erforderlich, diese muss sachgemäß installiert und gewartet werden, da es sonst zu einer Kontaminierung des öffentlichen Trinkwassernetzes mit Regenwasser kommen kann. Um bei Umbaumaßnahmen oder Haussanierungen eine Verwechslung der Leitungen zu vermeiden, besteht eine Kennzeichnungspflicht für Betriebswasserleitungen ([20], S. 21 - 28).

3.4 Vorteile von Regenwassernutzungsanlagen

Der offensichtliche Vorteil von Regenwassernutzungsanlagen ist das Sparen von Trinkwasser. Statt frisches Trinkwasser für die täglichen Aufgaben wie Wäschewaschen zu nutzen, wird das Regenwasser genutzt, welches sowieso vorhanden ist. Wird Regenwasser anstelle von Trinkwasser (z. B. zum Gießen) verwendet, spart das zudem Energie, die für die Aufbereitung von Trinkwasser notwendig ist, und Regenwassernutzung fördert den natürlichen Wasserkreislauf. Außerdem wird die öffentliche Infrastruktur entlastet, da bei Starkregen weniger Regenwassern die Abwasserkanäle geleitet werden. Sofern die jeweiligen kommunale Satzungen entsprechende Regelungen enthalten, können die eigenen Niederschlagswassergebühren reduziert werden, welche beim Einführen von Abwasser in das öffentliche Abwassersystem anfallen.

Durch die Nutzung von Regenwasser im Haushalt bis zu 49 % des täglichen Wasserverbrauchs einsparen, denn nur etwa die Hälfte des täglichen Wasserbedarfs bedarf Trinkwasserqualität ([5], [10], S. 11).

So lassen sich täglich etwa durch die Nutzung von Regenwasser für die WC-Spülung zirka 33 L Trinkwasser, für die Waschmaschine zirka 15 L, für Putz-, und Wischwasser 3 L und für Gartenbewässerung und Sonstiges 4 L einsparen. Insgesamt ist somit ein Einsparpotenzial von 55 L pro Tag bzw. 19.800 L/Jahr pro Person möglich. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass Regenwasser frei von Kalk und Chlor ist und sich daher besser als Gießwasser für Pflanzen und für den Einsatz in Haushaltsgeräten eignet [9].

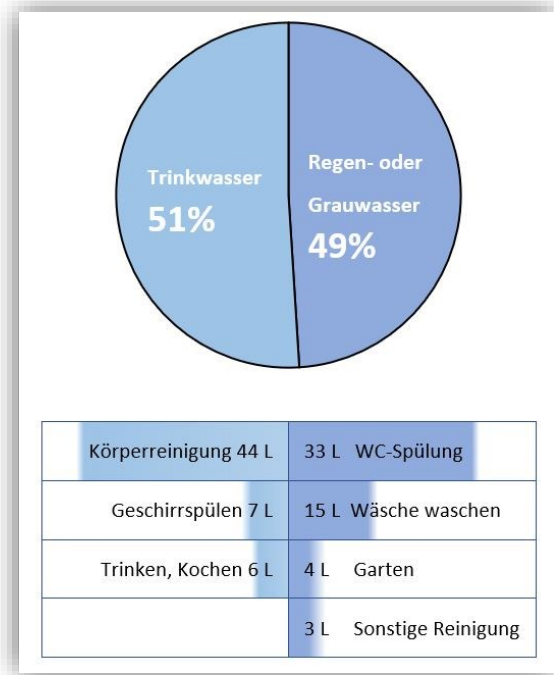


Abbildung 1: Einsparpotenzial des Trinkwasserverbrauchs pro Person und Tag.
Quelle: Landkreis Bayreuth nach iWater Wassertechnik 2017: 11.

3.5 Nachteile von Regenwassernutzungsanlagen

Für den Bau einer Regenwassernutzungsanlage muss mindestens mit vierstelligen Investitionskosten gerechnet werden (siehe Kapitel 3.8). Zusätzlich fallen Kosten und Zeitaufwand für die Instandhaltung der Anlage an. Dachrinnen und Rohrleitungen sollten jährlich gereinigt werden. Der Wasserspeicher sollte alle fünf bis zehn Jahre komplett gesäubert werden. Auch der Filter sollte je nach Herstellerangabe regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden ([20], S. 25). Denn es besteht die Gefahr, dass das Regenwasser über den Dachablauf verunreinigt wird, wenn sich Schadstoffe vom Dach ablösen. Weiter ist bei der Verwendung einer Zisterne die zur Verfügung stehende Menge des Regenwassers abhängig von den Niederschlagsmengen vor Ort. Vor allem in den letzten Jahren treten aufgrund des Klimawandels vermehrt lange Trockenperioden auf. Dadurch spielen regionale Aspekte eine wichtige Rolle bei der Frage, ob und wann Regenwassernutzungsanlagen wirtschaftlich sinnvoll sind [9].

3.6 Zisternen – Voraussetzungen, Arten und Dimensionierung

Eine **Zisterne** besteht aus den folgenden Komponenten:

- Regenwasserzulauf,
- Wassertank,
- mechanischer Feinfilter,
- Zulaufberuhiger,
- Überlauf mit Skimmer und Kanalanschluss,
- schwimmende Vorrichtung zur Wasserentnahme,
- Trinkwasseranschluss und
- Regenwasserzentrale (technische Systemsteuerung).

Funktionsweise einer Regenwassernutzungsanlage:

Das Regenwasser fließt durch Fallrohre der Regenrinne vom Hausdach in den Wassertank. Bevor es dort gesammelt wird, wird es von einem Feinfilter mechanisch grob von Schmutz und Moos bereinigt. Durch den Zulaufberuhiger wird das Regenwasser in der Zisterne langsam nach unten in den Tank geleitet. Damit können sich verbliebene Schmutzpartikel und Sedimente am Grund des Tanks ablagern und werden nicht mehr aufgewirbelt. Mittels eines schwimmenden Ansaugfilters wird das Wasser ca. 10 bis 20 cm unter der Wasseroberfläche angesaugt und von einer Pumpe zur Zapfstelle befördert. Am Rohr zum Zulaufberuhiger befindet sich ein Anschluss für die Trinkwassernachspeisung. Ist nicht genügend Wasser im Tank, wird automatisch Trinkwasser nachgespeist. So steht auch in langen Trockenperioden Wasser zur Verfügung. Steigt das Wasser im Wassertank nach langen Regengüssen an, sorgt eine Überlaufvorrichtung am oberen Tankrand dafür, dass überschüssiges Wasser in die Kanalisation geleitet wird.

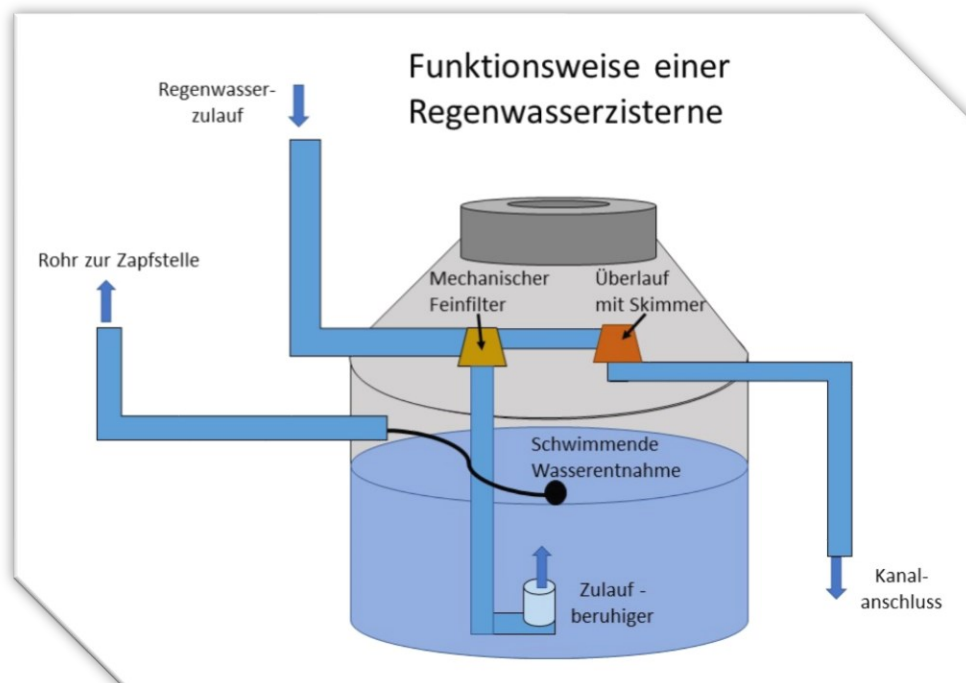


Abbildung 2: Funktionsweise einer Regenwasserzisterne. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Gartenbau.org und zisterne-ratgeber.de

Es gibt Betonzisternen, Kunststoffzisternen, Rundtanks und Flachtanks. Diese können im Boden vergraben oder im Garten aufgestellt werden. Das Fassungsvermögen von Zisternen kann zwischen 1.000 und 20.000 Liter umfassen. Welche Art der Zisterne gewählt wird, kommt auf die durchschnittliche Regenmenge in der Region sowie auf die Grundfläche und den Neigungsgrad des Dachs an. Außerdem spielt die Fläche des Gartens eine Rolle. Die Zisterne sollte nicht zu groß gewählt werden, weil sie einmal im Jahr überlaufen sollte, um Schmutz auf der Oberfläche zu vermeiden. Die geeignete Größe kann mit Hilfe eines Zisternenrechners ermittelt werden [8].

Die folgende Tabelle zeigt die voraussichtlich benötigte Zisternengröße bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge und einem Steildach auf:

Angeschlossene Dachfläche in m ²	Tankgröße in Liter	
	nur für Garten	für Garten und Haushalt
80 – 100	4.000	5.000
100 – 120	5.000 – 6.000	6.000
120 – 130	6.000 – 8.000	6.000 – 9.000
130 – 160	8.000 – 10.000	9.000 – 12.000

Tabelle 1: Richtwerte für die Dimensionierung einer Zisterne anhand von Niederschlagsmenge und Dachfläche. Quelle: Gartenbau.org 2022

Kunststoffzisternen werden aus Polyethylen oder glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Sie sind im Gegensatz zu Betonzisternen leichter, pflegeleichter und weniger reinigungsintensiv. Da sie weniger stabil sind, sollten sie keinen großen Belastungen ausgesetzt werden. Kunststoffzisternen sind auch als Flachtanks erhältlich. Hierbei ist der Vorteil, dass die Grube nicht tief ausgehoben werden muss.

Betonzisternen haben den Vorteil, dass sie oft regional hergestellt und recycelbar sind. Sie zeichnen sich zudem durch eine hohe Stabilität aus. Sie können beispielsweise unter einem Autostellplatz installiert werden. Außerdem sind sie auftriebssicher vor hohem Grundwasser. Aufgrund des hohen Eigengewichts sind sie aber schwer zu transportieren und einzubauen. Oft wird zum Einbau ein Kran benötigt. Ein Rundtank aus Beton mit 6.000 Liter Fassungsvermögen wiegt etwa fünf Tonnen.

3.7 Bau einer Zisterne

Für Planung und Bau einer Zisterne sollte zunächst die benötigte Größe abgeschätzt werden. Hierbei helfen online-Zisternenrechner, die von verschiedenen Herstellern angeboten werden. Danach wird der geeignete Aufstellort festgelegt. Dabei ist auf den Verlauf von Leitungen im Erdreich (Strom, Gas, Wasser, Daten) zu achten. Es ist dann zu empfehlen, von verschiedenen Firmen Angebote einzuholen und vor Auftragsvergabe einen Vor-Ort Termin mit der Firma zu vereinbaren. Ebenfalls vor Auftragsvergabe sollte Kontakt mit der Gemeinde aufgenommen werden, um zu klären, ob Genehmigungen erforderlich sind.

Die Grubentiefe fällt je nachdem, ob ein Flach- oder Rundtank installiert werden soll, sehr unterschiedlich aus. Der Standort des Speichers sollte dementsprechend gut überlegt sein, da der Durchmesser der Grube etwas größer als der Tankbehälter selbst sein muss und über eine ausreichende Tiefe verfügen sollte. Außerdem muss ein Mindestabstand zu Gebäuden berücksichtigt werden. Dabei gilt die Faustregel von mindestens der einfachen Behälterbreite. Der Erdaushub ist der aufwändigste Arbeitsschritt: Der Boden der ausgehobenen Grube muss befestigt werden, damit der Wassertank später nicht absacken kann. Dafür muss die Baugrube erst einige Zentimeter mit Kies oder Sand gefüllt und anschließend geglättet und gestampft werden. Anschließend wird der Wassertank hineingehoben, die Grube wird wieder gefüllt und die Anschlüsse verlegt. Danach sind die Rohre für den Zu- und Ablauf anzubringen. Beim Einbau in Hanglage muss die Zisterne unbedingt mit geeigneten Maßnahmen vor dem Hangdruck geschützt werden. Abhängig vom Einbauort variieren sowohl Kosten als auch Aufwand. Viele Hersteller bieten den Einbau mit an. Alternativ kann der Einbau auch durch Tiefbauunternehmen oder spezialisierte Sanitärbetriebe erfolgen.

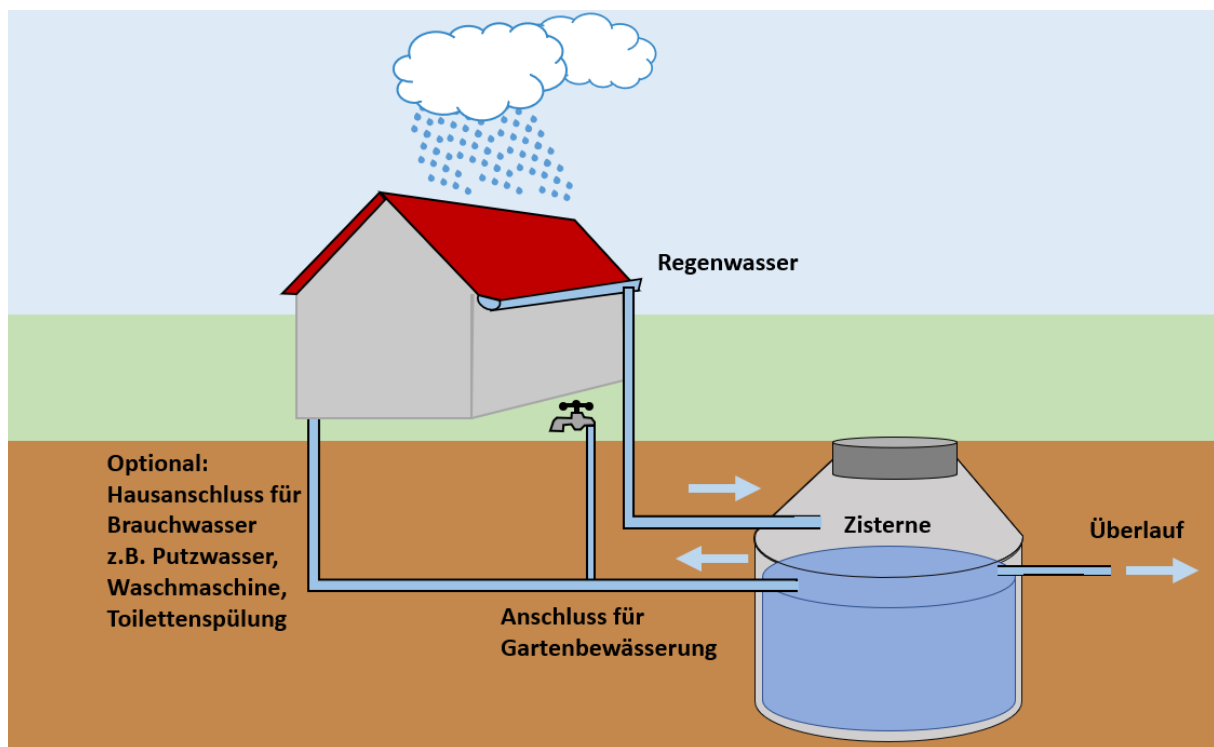


Abbildung 3: Betonzisterne. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Huberstein o.J.

Bei der Frage, ob ein nachträgliches Einbauen einer Zisterne möglich ist, muss unterschieden werden, ob das gespeicherte Wasser im Haushalt genutzt werden soll oder nicht. Wenn ja, muss unter deutlichem Mehraufwand ein separates Leitungssystem neben der Trinkwasserversorgung verlegt werden. Dies nachträglich zu verlegen, ist sehr aufwändig und ist daher finanziell oft nur während einer Sanierung sinnvoll. Bei Neubauten kann schon während der Rohbauphase vorsorglich ein zweites Leitungssystem verlegt werden, um sich die Möglichkeit einer Regenwassernutzungsanlage offen zu halten. Geflieste Wände im Bad sind auch kein Hinderungsgrund, das WC an die Regenwassernutzungsanlage anzuschließen. Anschlussleitungen

können auch vor den Fliesen zum Spülkasten verlegt werden. Die Beauftragung einer Fachfirma für die Installation wird empfohlen.

3.8 Zisternen – Kostenrahmen

Die Kosten für die Installation einer Zisterne schwanken sehr stark, da sie nicht nur von der Art und Größe der Zisterne, sondern maßgeblich auch von den Gegebenheiten vor Ort und der erforderlichen zusätzlichen Installationen abhängen.

Für welche Zisterne man sich entscheidet (Rundtank, Flachtank, Installation eines Tanks im Haus), hat auch Einfluss auf die Kosten für den Aushub. Ein weiterer Kostenfaktor ist die Entsorgung der Erde: Wird die Erde anderweitig verwendet, z.B. zum Ausgleich von Unebenheiten / Gefällen im Garten fallen geringere Kosten an, als wenn der Aushub über einen oder mehrere Container entsorgt werden muss.

Bei Gelände mit Gefälle muss außerdem beachtet werden, dass ggf. eine Hangabstützung installiert werden muss.

Ein weiterer Kostenpunkt ist die Verlegung von Leitungen und die Inanspruchnahme von Installateuren. Muss nur eine Leitung von der Dachrinne zur Zisterne verlegt werden oder sind weitere Leitungen, z.B. zu unterschiedlichen Zapfstellen vorgesehen?

Muss für die Nutzung des Zisternenwassers im Haus ein zusätzliches Leitung-System verlegt werden, so müssen diese Kosten zusätzlich hinzugerechnet werden. Auch hier variieren die Kosten stark, je nachdem wie die Leitungen verlegt werden müssen und wohin, z. B. nur in die Waschküche zum Betreiben einer Waschmaschine oder im gesamten Haus? Dies hat auch Einfluss auf die notwendige Technik: Reicht eine einfache Tauchpumpe oder muss ein komplettes System für die Verwendung im Haus installiert werden. Die Kosten für die Installation können durch Eigenleistungen zum Teil reduziert werden. Es muss dabei aber unbedingt auf eine fachgerechte Ausführung geachtet werden.

Oft bieten Zisternenanbieter Komplettpakete an, die bereits Filter, Pumpen, Zisterne inkl. Anlieferung mit Kran beinhalten. Dies ist oft günstiger als der Kauf einzelner Teile. Aber auch hier variieren die Kosten stark je nach Umfang des gewählten Pakets. Wir empfehlen dringend ein Angebot bei einer Fachfirma einzuholen, um den Kostenrahmen besser eingrenzen zu können.

Die Kostenschätzung in Tabelle 2: Grober Kostenrahmen Zisternenbau, Datenbasis Internetrecherche, Stand 2.5.2024. basiert auf einer Internetrecherche und den Annahmen, dass das Zisternenwasser nur im Garten verwendet werden soll, keine Hangabstützung installiert werden muss und keine Leitungen im gesamten Haus verlegt werden müssen.

Kostenrahmen für Zisterneneinbau zur Gartenbewässerung	Kosten
Zisterne 6.000 Liter	2.500 - 5.000 €
Technik (z.B. Pumpe, Zulaufberuhiger, Trinkwassernachspeisung)	600 - 1.400 €
Filter (Filterkorb, Dachrinnenfilter)	300 - 1400 €
Wasseranschluss / Zapfstelle	100- 350 €
Wasserleitungen pro laufendem Meter	50 – 160 €
Bodenaushub 10 m ³	350 - 450 €
Bodenaushub in Eigenleistung (Mietpreis Bagger / Tag)	150 - 200 €
Entsorgungskosten für Erde 10 m ³	200 - 250 €
Einbau / Anschluss der Zisterne	400 - 1000 €
Leitungen verlegen pro m ²	40 - 70 €
Gesamtkosten ohne Eigenleistung	6.250 - 13.250 €
Gesamtkosten mit Eigenleistung	4.700 - 10.400 €
Quellen für Zahlen in der Tabelle: toom.de, aco.de, zisternenprofi.de, listando.de, wasserzisterne.de, werkzeugstore24.de (Datenabruf am 02.05.2024)	

Tabelle 2: Grober Kostenrahmen Zisternenbau, Datenbasis Internetrecherche, Stand 2.5.2024.

4. Grauwasser

Grauwasserrecycling beschreibt die Aufbereitung von gering verschmutztem häuslichem Abwasser, um es beispielsweise für die Toilettenspülung, die Bewässerung des Gartens, zum Wäschewaschen oder für die Wärmerückgewinnung verwenden zu können. Durch das Recycling in einer Grauwassernutzungsanlage wird also kein Trinkwasser gewonnen. Als Grauwasserquelle dienen Abwasser, die nur eine geringe Verunreinigung aufweisen, etwa vom Baden, Duschen oder Händewaschen. Abwasser, das durch Geschirrspülen oder die Geschirrspülmaschine entsteht, ist nicht geeignet, weil es zu sehr durch Fett und Keime belastet ist und die Aufbereitung zu aufwendig wäre.

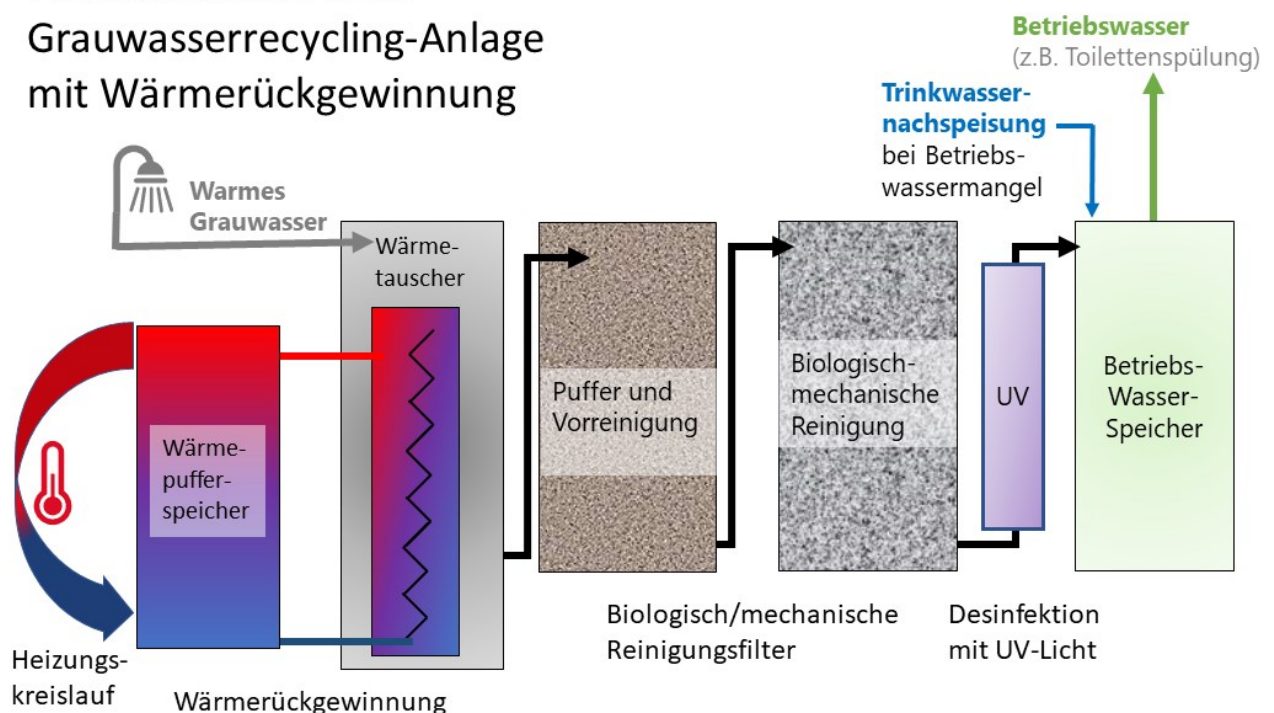
4.1 Grauwassernutzungsanlage – Systeme und Funktionsweise

Für eine Aufbereitung von Grauwasser gibt es verschiedene Technologien und Systeme: Dabei variieren diese sowohl in ihrer Komplexität, Größe, Aufbereitungsleistung und Aufbereitungsqualität. Grundsätzlich lassen sich Technologien nach der Art der Wasseraufbereitung in Direktverwender-Systeme, Rückhaltesysteme sowie physikalische, chemische, biologische oder biomechanische Systeme unterscheiden [11]. In den meisten Fällen werden unterschiedliche Recyclingarten miteinander kombiniert, etwa in einer biologisch-mechanischen Grauwasser-Aufbereitung.

Schematisch ist eine Grauwasserrecyclinganlage wie folgt aufgebaut: Aus einem separaten Grauwasserleitungsnetz fließt das Grauwasser über einen Filter in einen Vorreinigungsbehälter, in dem gröbere Verunreinigungen und Fremdstoffe (Haare, Textilfasern) herausgefiltert werden. Durch eine automatische Rückspülung mit bereits recyceltem Grauwasser können die Filterstoffe in die Kanalisation abgeführt werden und einer Verschmutzung des Filters vorgebeugt werden.

Abbildung 4: Grauwasserrecycling mit vorgeschalteter Wärmerückgewinnung. Quelle: Landkreis Bayreuth nach Nolde 2013:6

Funktionsweise einer Grauwasserrecycling-Anlage mit Wärmerückgewinnung



Eine biologisch-mechanische Grauwasseraufbereitungsanlage etwa besteht aus den folgenden Modulen: Grauwasserleitungen, mechanische Vorreinigung (eventuell Wärmerückgewinnung), Puffer, biologische Vorreinigung, biologische und mechanische Feinreinigung und UV-Desinfektion, Betriebswasserspeicher, Wassernachspeisung, Steuer- und Regeltechnik. Über eine Pumpe wird das aufbereitete Grauwasser, auch Betriebswasser genannt, an die Verbrauchsstellen geliefert (z. B. Toilettenspülung).

Im Rahmen der **Vorreinigung** wird das Grauwasser unter aeroben Bedingungen gereinigt. Bei einer **Membranfiltration** sorgt der osmotische Druck für das Absetzen der Feststoffe und Kleinstkörper entlang der Membran (Membranreaktor). Beim **Wirbelbettverfahren** übernehmen unter Sauerstoffzufuhr und dem Einsatz von Trägerwürfeln (etwa aus Schaumstoff) natürliche Mikroorganismen die biologische Reinigung. Die anfallenden Sedimente werden durch die automatische Rückspülung in die Kanalisation abgeleitet. Nach der Vorreinigung wird das

Grauwasser durch **UV-C-Licht entkeimt**. Nach der Speicherung in einem Sammel tank kann es nun durch eine Druckpumpe bei Bedarf genutzt werden [3].

In **Systemen mit Membran-Bioreaktor** (MBR) werden Membranfiltration mit biologischer Behandlung kombiniert. Sie sind aufgrund der hervorragenden Reinigungsleistung besonders zu empfehlen. Grauwasseranlagen mit MBR-Technologie haben einen geringen Platzbedarf. Sie halten auch bei Schwankungen im Wasserzulauf stets die hygienischen Vorgaben der europäischen Richtlinie für Badegewässer ein [11].

4.2 Bau einer Grauwassernutzungsanlage

Eine Grauwassernutzungsanlage kann überirdisch aufgestellt oder unterirdisch eingebaut werden:

- Bei überirdischer Aufstellung ist auf ausreichende Raum- und Durchgangsmaße, die zulässige Tragfähigkeit des Fußbodens, einen möglichst kühlen Aufstellungsort sowie eine ausreichende Be- und Entlüftung zu achten.
- Bei der Installation unter der Erde muss auf die Bodenfestigkeit und dessen Stabilität, Verunreinigung, sowie Grundwasserniveau geachtet werden. Außerdem sind statische Lasten, Abstände zu Gebäuden und die Nähe zu Versorgungsleitungen und Fundamenten einzukalkulieren. Außerdem muss die Zugänglichkeit gewährleistet sein.
- In beiden Fällen muss bei der Installation einer Grauwassernutzungsanlage die Wasserdichtheit, Standsicherheit, sowie der Frostschutz berücksichtigt werden. Da die DIN 1988 die Trennung der Trinkwasserinstallation von der Grauwasseranlage vorschreibt, müssen die Installation von Fachpersonal durchgeführt und Zapfstellen ordnungsgemäß markiert werden.

Eine Nachrüstung ist zwar prinzipiell möglich. Allerdings ergibt eine nachträgliche Installation des erforderlichen separaten Leitungsnetzes aus finanzieller Sicht meist nur im Falle einer Grundsanierung Sinn [8].

Eine **Kombination von Grauwasserrecyclinganlagen und Regenwassernutzungsanlagen** bietet sich an, da sie effektiv miteinander kombiniert werden. Bei der Grauwassernutzung werden einmal die Trink- und einmal die Abwasserkosten gespart, da das anfallende Grauwasser doppelt genutzt wird. Wird sie mit der Regenwassernutzung kombiniert, kann zusätzlich Trinkwasser eingespart werden, welches ansonsten hinzugefügt werden müsste, wenn nicht ausreichend Grauwasser anfällt. Diese Kombination bietet also doppeltes Einsparpotenzial ([15], S. 14). Darüber hinaus gibt es mittlerweile Anlagen, in denen Grauwasserrecycling mit der Wärmerückgewinnung gekoppelt wird. Beim sogenannten **Wärmerecycling** wird dem Grauwasser

nach der Aufbereitung die Wärme entzogen und diese anschließend zur Warmwasserbereitung oder als zusätzliche Wärmequelle genutzt ([12], S. 3).

Für die Grauwassernutzung sind kleinere Wasserspeicher als bei der Regenwassernutzung erforderlich, weil Grauwasser im Unterschied zu Regenwasser regelmäßig anfällt ([16], S. 21).

4.3 Grauwassernutzungsanlage - Kostenrahmen

Für eine Grauwasserrecyclinganlage im Einfamilienhaus fallen Anschaffungskosten von etwa 5.000 € (ohne Installationskosten) an. Für Großanlagen (gewerblich / Mehrfamilienhäuser) ist etwa mit den doppelten Kosten zu rechnen. Die Kosten für eine Grauwasserrecyclinganlage mit Wärmerückgewinnung fallen deutlich höher aus und sind dementsprechend oft nur in größeren Wohnanlagen (mehrgeschossiger Wohnungsbau, Wohnheimen oder Hotels) wirtschaftlich.

Grundsätzlich gilt: Je höher die Wasser- und Abwassergebühren und je höher der Wasserverbrauch, desto mehr Geld kann durch eine Grauwasseranlage gespart werden. Daher eignen sich größere Haushalte, Sportanlagen, Schulen, Hotels und Mehrfamilienhäusern besonders für eine Grauwasser-Recyclinganlage.



Abbildung 5: Trinkwasserverwendung im Haushalt (2023), nach BDEW 2024⁵

⁵ Quelle: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasserverwendung-im-haushalt/> Abruf am 3.5.2024

BEISPIEL: Bei angenommenen Trinkwasserkosten von 2 € pro Kubikmeter und Abwasserkosten von 3,50 € pro Kubikmeter könnten in einem 4-Personen Haushalt jährlich 265 € eingespart werden (30% Ersparnis), wenn man allein das Wasser für die Toilettenspülung (33 Liter pro Person und Tag) aus recyceltem Grauwasser bezöge. In 20 Jahren läge die Einsparung (bei gleichbleibenden Grundkosten) bei 5.300 €. Wenn Grauwasser außer für die Toilettenspülung noch für andere Zwecke, z. B. für die Waschmaschine, verwendet würde, erhöhte sich die Einsparung entsprechend.

5. Fördermöglichkeiten für Zisternen und Grauwasseranlagen

Auf Bundesebene gibt es zum einen für Unternehmen, die Regen- oder Grauwassernutzungsanlagen einbauen, zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschuss und zum anderen für Privatpersonen unter gewissen Voraussetzungen Fördermittel für eine Wärmerückgewinnungsanlage aus Grauwasser:

- Das **KfW-Umweltprogramm** fördert u.a. Regen- und Grauwassernutzungsanlagen, Zisternen **in Unternehmen** über zinsgünstige Finanzierung mit Tilgungszuschuss. Das Merkblatt dazu hier: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002220_M_240_241_Umwelt.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002220_M_240_241_Umwelt.pdf)
- Über die **KfW-Bundeförderung für effiziente Gebäude** können Privatpersonen im Zusammenhang mit der Installation einer Wärmepumpe unter anderem Fördermittel für einen Grauwasser-Wärmetauscher erhalten. Das Merkblatt dazu hier: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000004863_Infolblatt_BEG_F%C3%B6rderf%C3%A4hige_Ma%C3%9Fnahmen.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000004863_Infolblatt_BEG_F%C3%B6rderf%C3%A4hige_Ma%C3%9Fnahmen.pdf)
- Indirekt fördern auch einige Kommunen über eine **gesplittete Abwassergebühr** die Regen- und Grauwassernutzung. So werden beispielsweise Zisternen mildernd bei der Niederschlagswassergebühr berücksichtigt.

Die Region Bayreuth hat 2023 außerdem den Leitfaden für Kommunen „Instrumente zur Förderung blau-grüner Infrastrukturen“⁶ herausgegeben. Dieser beschreibt, wie Kommunen private „blauer Infrastruktur“ unterstützen können, abhängig vom finanziellen Handlungsspielraum.

⁶ [13] Download unter: https://klima.landkreis-bayreuth.de/media/11314/20230502_leitfaden-fuer-kommunen-instrumente-zur-foerderung-blau-gruener-infrastrukturen.pdf

6. Rechtliche Grundlagen

Gesetzliche Grundlagen sind das Wasserhaushaltsgesetz und das Bayerische Wassergesetz. Die rechtlichen Rahmenbedingungen regeln zudem die Trinkwasserverordnung (TrinkwV⁷), sowie die AVBWasserV⁸.

In der **Trinkwasserverordnung** für Deutschland werden unter anderem folgende Punkte festgeschrieben:

- Die TrinkwV gilt nur für Wasserversorgungsanlagen, aus denen Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasseranlagen) abgegeben wird, außer es wird auf andere Anlagen speziell hingewiesen.
- Verbindungen zwischen Trinkwasseranlagen und Nichttrinkwasseranlagen sind grundsätzlich verboten. Ausnahme: Verbindung ist möglich, wenn die Wasserversorgungsanlagen mit einer Sicherungseinrichtung ausgestattet sind, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. (§ 13 Abs. 3 TrinkwV), z.B. zur Trinkwassernachspeisung.
- Leitungen unterschiedlicher Versorgungssysteme (z. B. Leitungen von Regenwassernutzungsanlagen) sind dauerhaft farblich unterschiedlich zu kennzeichnen (§ 13 Abs. 4 Nr.1 TrinkwV).
- Entnahmestellen von Nichttrinkwasser sind dauerhaft als solche zu kennzeichnen (§ 13 Abs. 4 Nr. 2 TrinkwV). In der Begründung zu dieser Formulierung (Bundesrat Drucksache 721/00, S. 53, Absatz 2) wird die Vorschrift dahingehend präzisiert, dass in jedem Haushalt die Möglichkeit bestehen muss, Wäsche mit Trinkwasser zu waschen. Zusätzlich zum Anschluss "Grauwasser / Regenwasser" muss also noch ein Trinkwasseranschluss für die Waschmaschine vorhanden sein. Ob dieser dann tatsächlich auch benutzt wird, liegt in der eigenen Verantwortung und Entscheidung des Verbrauchers.
- Veränderungen und Stilllegungen von Regenwassernutzungsanlagen sind der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde anzuzeigen (§ 12 Satz 1 Nr. 2 TrinkwV).
- Nach § 12 Satz 1 Nr. 1 TrinkwV müssen die Errichtung und der Betrieb der Nichttrinkwasseranlage dem zuständigen Gesundheitsamt schriftlich angezeigt werden. Die Meldepflicht hat gegenüber dem örtlichen Wasserversorgungsunternehmen zu erfolgen.

In der **AVBWasserV** [2] wird in § 3 Abs. 2 festgehalten: „Vor der Errichtung einer Regenwassernutzungsanlage ist dem zuständigen Wasserversorger eine Mitteilung zu schicken.“

⁷ Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159) [4, 19]

⁸ Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser [2]

Außerdem enthalten Bebauungspläne mitunter ortsspezifische Regelungen zur Errichtung von Zisternen und Regenwassernutzung.

Nach der **DIN 1988-100** müssen die Trinkwasserinstallation von der Grauwasserverteilung getrennt sein, Grauwasseranlagen dürfen nur von Fachkräften installiert werden und dabei müssen beide Zapfstellen entsprechend gekennzeichnet sein.

Gemäß der **Euronorm DIN EN 16941-2**, die Mindestanforderungen an Grauwassersysteme festlegt, sind folgende Anwendungen für Nutzung von behandeltem Grauwasser erlaubt: WC-Spülung, Gartenbewässerung, Reinigung von Wäsche, Reinigung von Gegenständen. Von der Nutzung ausgenommen sind: Verwendung als Trinkwasser und für Zubereitung von Speisen, Verwendung zur Körperhygiene, direkte Anwendungssysteme ohne Aufbereitung, direkte Anwendungssysteme ohne Aufbereitung, Produktdesign für spezifische Systembestandteile, industrielles Schmutzwasser, Wärmerückgewinnung und Kühlzwecke [14].

In Deutschland gibt es keine gesetzlichen Qualitätsanforderungen an Grauwassernutzungsanlagen, wobei die Hersteller von Grauwassernutzungsanlagen eine Betriebswasserqualität garantieren, die den EU-Standards im Bereich der Badegewässer entspricht.

Weitere Technische Regelwerke sind:


- DIN 1989 „Regenwassernutzungsanlagen“
- EN 806 „Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen“,
- EN 12056-5 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“,
- EN 1610 „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ und







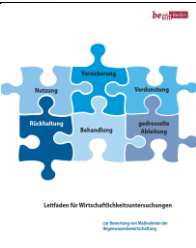
Die Regelungen zur Grauwassernutzung können von Bundesland zu Bundesland oder von Kommune zu Kommune variieren. Deshalb ist es entscheidend, sich über die vor Ort geltenden Vorschriften zu informieren. So gibt es unterschiedliche Grenzwerte für die Genehmigungspflicht für Zisternen. In Bayern regelt die Bayerische Bauordnung⁹ eine Genehmigungspflicht ab 50.000 Litern.

In der **Stadt Bayreuth** und im **Landkreis Bayreuth** sind **Grauwassernutzungs- sowie Niederschlagssammelanlagen meldepflichtig**. Beide Arten von Regenwassernutzungsanlagen sind bei der Kreisverwaltungsbehörde und dem Wasserversorgungsunternehmen anzuzeigen (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

⁹ Art. 57 Abs. 1 Nr. 6 Buchst. c

7. Literatur

 <p>Brauchwasser (Grauwasser) - Recycling mit ingenieurökologischen und technischen Verfahren in Europa und Entwicklungsländern</p>	<p>[1] Ackermann, K. (2010): Brauchwasser (Grauwasser) – Recycling mit ingenieurökologischen und technischen Verfahren in Europa und Entwicklungsländern. Online verfügbar unter: http://www.paulguckelberger.de/WasserProjekte/GrauWasser01.pdf.</p>
	<p>[2] AVBWasserV. Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV). Online verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/avbwasserv/</p>
	<p>[3] BAU-Index (2022): Grauwasser-Aufbereitung; Wasserrecycling und Wärmerückgewinnung. Online verfügbar unter: https://www.bauindex-online.de/allgemein/grauwasser-aufbereitung/.</p>
	<p>[4] BGBl. (2023 I Nr. 159). Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. Bundesministerium für Gesundheit. Online verfügbar unter: https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/159/VO.html</p>
	<p>[5] Fbr (Bundesverband für Betriebs- und Regenwasser e. V.) (o.J.): Regenwassernutzung. online verfügbar unter: https://www.fbr.de/themen/regenwassernutzung , zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
	<p>[6] Fbr (Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V.) (2009): Grauwasser-Recycling – Wasser zweimal nutzen (Schriftenreihe fbr Band 12).</p>
	<p>[7] Fbr (Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V.) (2019): Regenwasser sammeln und nutzen (fbr-wissen). Darmstadt.</p>
	<p>[8] Gartenbau.org (2022): Regenwasserzisterne: Garten mit Regenwasser gießen und doppelt sparen. Online verfügbar unter: https://www.gartenbau.org/magazin/regenwasserzisterne-bauen-20147576, zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
	<p>[9] Heimwerk (2023): Lohnt sich eine Zisterne? Online verfügbar unter: https://heimwerk.org/lohnt-sich-eine-zisterne , zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>

	<p>[10] iWater Wassertechnik (2017): Regenwassernutzung. Online verfügbar unter: https://www.ewu-aqua.de/assets/uploads/ewuaqua_Regenwasserbroschuere.pdf, zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
	<p>[11] iWater Wassertechnik (2023): Grauwassernutzung. Online verfügbar unter: https://www.ewu-aqua.de/dezentrales-wassermanagement/grauwassernutzung-1, zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
	<p>[12] Nolde, E. (2013): Hohe Energie- und Wassereffizienz durch Grauwasserrecycling mit vorgeschalteter Wärmerückgewinnung. (fbr-wasserspiegel 1/13).</p>
	<p>[13] Region Bayreuth. (2023). Instrumente zur Förderung blau-grüner Infrastrukturen. Bayreuth: Download unter: https://klima.landkreis-bayreuth.de/media/11314/20230502_leitfaden-fuer-kommunen-instrumente-zur-foerderung-blau-gruener-infrastrukturen.pdf</p>
	<p>[14] SBZ (2023): Alle Artikel zum Thema Trinkwasserverordnung. Online verfügbar unter: https://www.sbz-online.de/tags/trinkwasserverordnung, zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
	<p>[15] Sellner, M. (2013): Grauwassernutzung. Wichtiger Baustein in der grünen Gebäudetechnik. In: Moderne Gebäudetechnik 9/2013.</p>
	<p>[16] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2007): Innovative Wasserkonzepte: Betriebswassernutzung in Gebäuden. Berlin. https://digital.zlb.de/viewer/resolver?urn=urn:nbn:de:kobv:109-opus-135334</p>
	<p>[17] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2011): Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen. Zur Bewertung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Berlin. https://digital.zlb.de/viewer/api/v1/records/15477193/files/media/betriebswasser-deutsch2007.pdf</p>



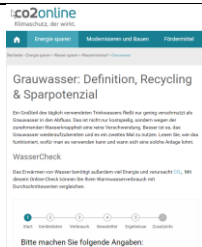
[18] StMUV. (2021). Instrumente zur Klimaanpassung vor Ort - Eine Arbeitshilfe für Kommunen in Bayern. München: Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. [https://www.bestellen.bayern.de/application/e-shop_app000007?SID=1413669203&ACTIONxSESSx-SHOWPIC\(BILDxKEY:%27stmuv_klima_016%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/e-shop_app000007?SID=1413669203&ACTIONxSESSx-SHOWPIC(BILDxKEY:%27stmuv_klima_016%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))



[19] TrinkwV. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV).



[20] Umweltbundesamt (2005): Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen.



Co2online (2022): Grauwasser: Definition, Recycling & Sparpotenzial. Online verfügbar unter: <https://www.co2online.de/energie-sparen/wasser-sparen/wasserkreislauf/grauwasser/#c182353>.








Fürst, U. (2021): Steigende Gebühren. Abwasser wird in Pegnitz teuer. Nordbayern, 24.11.2021. Online verfügbar unter: <https://www.nordbayern.de/region/bayreuth/abwasser-wird-in-pegnitz-teuer-1.11562905>.



Haustec.de (2021): Grauwasserrecycling. Online verfügbar unter: <https://www.haustec.de/fachbegriffe/grauwasserrecycling>. Zuletzt geprüft am 25.09.2023.



Lapp, O. (2023): Juragruppe. Wasserpreis steigt und 30 Cent. Kurier, 01.09.2023. Online verfügbar unter: <https://www.kurier.de/inhalt-ju-ragruppe-wasserpreis-steigt-um-30-cent.175c8a22-4865-4434-ac0c-6453905a7e17.html>.

<p>Zisterne: Vorteile und N</p> <p>Lohnt sich eine Zisterne für das Auffangen von Regen die Vor- und Nachteile einer Zisterne gegenüber ge...</p> 	<p>Nachhaltiges Zuhause (2022): Zisterne: Vorteile und Nachteile. 23. August 2022. Online verfügbar: https://www.nachhaltiges-zuhause.de/zisterne-vorteile-und-nachteile , zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>
 <p>Übersicht St</p>  <p>Das können die Kommun tun – Präventionsmaßnaß</p> <p>Welt vor allen bauplanerischen oder technischen Maßnahmen.</p>	<p>Starkregen (o.J.): unter: https://starkgegenstarkregen.de/was-konnen-kommunen-tun/ , zuletzt geprüft am 25.09.23.</p>
 <p>Umwelt und Klimapakt Bayern (2023): online verfügbar unter: https://www.umweltpakt.bayern.de/wasser/recht/bund/60/whg-wasserhaushaltsgesetz , zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>	<p>StMUV. (2021). Instrumente zur Klimaanpassung vor Ort - Eine Arbeits-hilfe für Kommunen in Bayern. München: Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.</p>
	<p>Umwelt und Klimapakt Bayern (2023): online verfügbar unter: https://www.umweltpakt.bayern.de/wasser/recht/bund/60/whg-wasserhaushaltsgesetz , zuletzt geprüft am 06.09.2023.</p>



Der „Leitfaden Regen- und Grauwassernutzung“
ist eine Publikation der
Region Bayreuth
Markgrafenallee 5,
D-95448 Bayreuth
E-Mail: klima@lra-bt.bayern.de
Internet: <https://klima.landkreis-bayreuth.de>

April 2024