

Dokumentation und Hintergrundwissen zum Grauwasserturm-Workshop

Stand 2022

von KanTe*

<https://kante.info>
kontakt@kante.info



*Die Dokumentation wurde mit bestem Wissen und Bedacht erstellt und bildet dennoch keine Vollständigkeit ab oder garantiert absolute Richtigkeit. Die Autor*innenschaft übernimmt folglich keinerlei Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen. Insbesondere rechtliche Belange sind lokal und angemessen zu klären.*

Inhaltsverzeichnis

1	Was ist Abwasser?.....	2
2	Funktionsweise Bodenfilter.....	3
3	Analogie Pflanzenkläranlage (PKA).....	4
4	Grauwasserturm (GWT).....	5
	4.1 Handhabung/Pflege.....	6
	4.2 Hintergrund der Dimensionierung eines Grauwasserturms.....	7
5	Rechtliches.....	8
6	Anhang.....	10

1 Was ist Abwasser?

Abwasser ist laut Wasserhaushaltsgesetz (WHG) „durch Gebrauch verunreinigtes Wasser/Schmutzwasser und dadurch in seinen Eigenschaften verändert“.

Man unterteilt das kommunale Abwasser in verschiedene Ströme, je nachdem wo es verursacht (=verschmutzt) wird. Dies gibt gleichzeitig Hinweise darauf, was das Abwasser an Stoffen enthält.

Die Ströme des kommunalen Abwassers sind

- Schwarzwasser – Spülwasser und Fäkalien
 - Gelbwasser : Spülwasser und Urin
 - Braunwasser : Spülwasser und Fäzes
- Grauwasser – Küchen- und Badabwässer vom Waschen, Spülen und Duschen/Baden
- Regenwasser - Niederschlag, der auf versiegelter Fläche in die Kanalisation abgeflossen ist (=alles außerhalb natürlicher Flächen)
- gewerbliches Abwasser (z.B. von Restaurants, kleinen Betrieben, ..)



In der Regel haben industrialisierte Länder ein Abwassersystem, in dem all diese Abwasserströme zusammen in Kläranlagen geleitet werden. Dort werden sie gereinigt. Hinterher wird das gereinigte Wasser wieder in die Oberflächengewässer zurück gegeben.

Was genau ist Grauwasser und was enthält es?

Innerhalb von Grauwasser lassen sich drei verschiedene Unterkategorien bilden, die unterschiedliche Stoffe beinhalten und auch unterschiedlich stark belastet werden:

- Waschbecken/Dusche: Organik, geringe Konzentration
- Waschmaschine: Organik, hohe Konzentration
- Küchenabwasser: Fette + Organik (viel Kohlenstoff enthalten)



Definitionen der Verschmutzungen im Grauwasser:

- Organik/organisches Material: chemische Verbindungen, die auf Kohlenstoff basieren (z.B. Küchenabfälle, Fäkalien, Schmutz). Es gibt leicht abbaubare Organik und sehr sehr schwer abbaubare Organik
- Mikroplastik: kleine Kunststoffteilchen mit einem Durchmesser unter 5 mm
- Anorganik: Sand, Salze, synthetische Verbindungen, Metalle

Was sind die Auswirkungen der Inhaltsstoffe?

- ökologische Auswirkungen

- Stickstoff und Phosphor aus Abwasser düngen Seen und Flüsse, wenn sie nicht in der Abwasserreinigung rausgeholt werden. Diese Düngung führt beim Einleiten von großen Mengen zu Überdüngung und schlussendlich dem „Umkippen“ von Gewässern.
- Wenn organisches Material in Gewässer gelangt, führt ihr Abbau durch Bakterien ab einer gewissen Menge zu Sauerstoffmangel. Es geschieht dasselbe wie bei der Düngung mit Stickstoff (N) und Phosphor (P) → Umkippen des Gewässers, wenn zuviel.
- Tenside zerstören die für Organismen lebenswichtigen biologischen Grenzflächen (Veränderung von Oberflächenspannung des Wassers, Zersetzung von Biomembranteilen)
- Gifte und Schwermetalle sind schädlich für Organismen.
- gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen
 - Im Abwasser sind Keime, die die menschliche Gesundheit schädigen können. Sie stammen oft aus unseren Fäkalien und sind typische Krankheitserreger (Magen-Darm, ...)
 - Gifte und Schwermetalle sind schädlich für Menschen, z.B. krebserregend oder organotoxisch, nervenschädigend

Im Kontext der naturnahen Abwasserreinigung gilt es, Verunreinigungen aus dem Wasser zu entfernen und möglichst die ursprünglichen Eigenschaften von sauberem Wasser wieder her zu stellen. Die Organik wird in der Abwasserreinigung von Bakterien verstoffwechselt. So reinigen diese das Abwasser. Auch physikochemische Filtrierung findet statt.

2 Funktionsweise Bodenfilter

In Bodenfiltern ahmen wir die Fähigkeit zur Selbstreinigung nach, die die Natur im Umgang mit natürlichen Stoffen perfekt beherrscht. Es gilt das Prinzip der ökologischen Unfehlbarkeit: << **Was die Natur aufbaut, kann sie auch abbauen - wenn die Faktoren stimmen!** >> . Im Fall von Wasser verfügt die Natur über tolle Mechanismen, um verunreinigtes Wasser zu reinigen. Die Bodenpassage, also der Weg des versickernden Wassers durch den Boden in das Grundwasser, ist ein perfekter Reinigungsmechanismus.

Faktoren, die den Abbau von Stoffen im Abwasser beeinflussen, sind:

- Zugänglichkeit
 - Oberfläche: je mehr umfließbare Angriffsfläche wir haben, desto besser und schneller kann der Abbau geschehen. Wir verwenden also eher viel kleines Material (Sand) als große Stücke (Gestein) oder als zu feines Material (Lehm/Ton).
- biologische, physikalische, chemische Faktoren:
 - Organismen: Wir brauchen Mikroorganismen, genauer Bakterien, die die Stoffe im Abwasser abbauen. Diese sind bereits im Wasser und der Umgebung enthalten und

vermehren sich, sobald die Bedingungen gut sind – hier kommen die weiteren Faktoren zum Tragen.

- Sauerstoff: Die Bakterien, die wir in der Abwasserreinigung haben wollen, benötigen i.d.R. Sauerstoff zum Atmen. Genau wie wir.
- Wasser: Die verstoffwechselnden Bakterien brauchen Wasser zum Leben. Sonst trocknen sie aus. Auch wie wir. Zuviel Wasser verlangsamt sie, da dann Sauerstoffmangel entstehen kann.
- Temperatur: Sie leben in einem bestimmten optimalen Temperaturbereich. Der kann je nach Organismus unterschiedlich sein. Wenn es zu kalt wird, gehen viele Organismen in eine Art Überlebensmodus, wenn es zu warm wird, sterben sie ab (bspw. Pasteurisierung bei 70 °C)
- pH-Wert: Chemische Bedingung – es darf nicht zu sauer (niedriger pH-Wert oder zu basisch – hoher pH-Wert) werden. Dafür sorgen wir i.d.R. indem wir gute Lebensbedingungen schaffen (keine Gärung, also Sauerstoff soll da ran kommen) und keine zu sauren oder basischen Stoffe ins Abwasser geben.
- Zeit: Zu guter Letzt braucht der Abbau von Stoffen Zeit. Deswegen sollte pro Zeiteinheit nicht mehr Abwasser zugegeben werden als ein System reinigen kann.

Entscheidend für die Klärung von Abwässern sind folgende Parameter:

- Konzentration/Fracht & Art der Verunreinigung sowie physikalische Parameter
- Hygiene
- Wassermenge (hydraulische Belastung)

Eine PKA ist eine größere Anlage, mit der größere Mengen auch stärker verschmutzten GWs gereingt werden können. Ein GWT eignet sich hingegen eher für kleinere Mengen leicht verschmutzten Wassers.

3 Analogie Pflanzenkläranlage (PKA)

Mit PKAs bauen Menschen natürliche Prozesse nach: Die Selbstreinigungsfähigkeit natürlicher Systeme wird nachgeahmt, um Abwasser zu reinigen. Das Abwasser wird dabei (meistens) in der sogenannten Vorklärung mechanisch vorgereinigt und in einem künstlich gebauten, bepflanzten Sand-Kies-Filterbeet weiter gereinigt. Die größte biologische Reinigungsleistung wird von Mikroorganismen gestemmt. Eine solche Anlage muss so ausgelegt sein, dass das geklärte Abwasser nach Passage der PKA keinen Schaden verursacht.

Was passiert genauer wo und warum?

Vorab eine kleine Einschränkung: Es gibt viele verschiedene Arten von Pflanzenkläranlagen – als erster Schritt wird hier exemplarisch eine solche mit Vorklärung und vertikalem Durchstrom beschrieben. Und der Fokus liegt hier nur auf Klärung von Grauwasser (Abwasser aus Waschbecken, Dusche, Küche, Waschmaschine).

Das Grauwasser fließt als erstes in die Vorklärung. Da sich die Poren zwischen Sandkörnern schnell zusetzen können, ist die gute Vorklärung wichtig. Diese besteht klassisch aus drei Kammern (manchmal reichen auch 2, (siehe Anhang, (ggf. auch nur 1)) oder auch aus mehreren Behältern. Die erste Kammer ist die größte und das einströmende Wasser wird stark verlangsamt. In dieser Kammer setzt sich ab, was schwerer ist als Wasser und schwimmt auf, was leichter ist. Durch ein sogenanntes Tauchrohr wird verhindert, dass sich alles Abgesetzte und Aufgeschwämmte in die zweite Kammer bewegt. Hier passiert nochmal dasselbe und in der dritten Kammer sollten damit nur noch sehr wenige Partikel landen. Aber das Abwasser ist hier immer noch ganz schön grau, von allen gelösten Stoffen und Kleinstpartikeln.

Jetzt wird das vorgeklärte Abwasser auf das Sand-Kies-Filterbeet geleitet bzw. gepumpt. Hier passiert jetzt das, woran die meisten denken, wenn von einer PKA geredet wird: In einem großen, mit zumeist Schilfpflanzen bewachsenen abgedichteten Beet wird das Wasser gefiltert. Bei Vertikal-Beeten sickert das Wasser von oben nach unten durch Kies und Sand. Bei dem langsamen Durchsickern hat das Wasser sehr viel Oberflächenkontakt mit den Biofilmen auf den Sandkörnern. Hier findet die biologische Reinigung des Abwassers statt: Unglaublich viele verschiedene Mikroorganismen bauen die Stoffe aus dem Abwasser ab. Die Pflanzen (meist Schilf, aber auch etliche andere Arten sind möglich) auf dem Filterbeet haben insbesondere die Funktion, ein förderndes Milieu für die Mikroorganismen zu schaffen. Diese benötigen Sauerstoff und stehen häufig in Wechselwirkung mit den Pflanzen. Sehr wichtig für diese Art der PKA ist auch, dass immer genug Zeit für den Sauerstoff da ist, um alle Mikroorganismen zu versorgen. Das heißt zwischen den Beschickungen, also dem Zuleiten von Wasser auf das Filterbeet, muss immer eine ausreichend lange Pause sein.

Ein ggf. banaler aber äußerst wichtiger Punkt für das Funktionieren von Pflanzenkläranlagen ist, dass diese nur mit Stoffen fertig werden, für die es in dieser wässrigen Umgebung auch natürliche Abbaumechanismen gibt. Und auch hier gilt der Leitsatz: die Dosis macht das Gift! Das heißt die Pflanzenkläranlage muss passend auf die Mengen von Wasser und Inhaltsstoffen ausgelegt werden.

4 Grauwasserturm (GWT)

Funktionsweise GWT

Durch Kies, welcher in einem Eimer ohne Boden zuoberst auf dem Turm steht, fließt das schmutzige Wasser. Statt Kies kann auch Stroh oder Rindenmulch (der nicht zu krümelig ist) verwendet werden, denn das kann nach einiger Zeit ausgetauscht und kompostiert werden. Der Kies müsste nach Bedarf entweder gereinigt werden oder erneuert. Hierbei bleiben grobe Schmutzreste und teilweise Fette hängen. Tenside, Öle und feinere organische Stoffe bleiben größtenteils erst im Sand, der das Fundament des Turms bildet, hängen. Aerobe Mikroorganismen bauen diese groben und feinen organischen Rückstände ab, nachdem das Wasser den Porenraum im Sand für Sauerstoff wieder freigegeben hat. Deswegen ist es wichtig zwischen den Beschickungen ausreichend Zeit zu lassen, so kann der Sauerstoff in alle Poren gelangen. Genauso wichtig dafür ist die Verwendung von gewaschenem Sand, in dem kaum zu feine Körner (Schluff, Ton) vorhanden sind, die diese Poren zusetzen würden.

Schließlich kommt also am Boden des Grauwasserturms gefiltertes Wasser an, welches wiederum

zur Bewässerung des umliegenden Gartens genutzt wird. Der gesamte Prozess der Filterung läuft relativ schnell ab. Wenn Pflanzen dabei sein, übernehmen diese die wichtige Rolle eines Milieuverbesserers (lockern auf, die Wurzeln belüften aktiv) und können die von den Bakterien recycelten Nährstoffe aufnehmen. Das Wasser fließt insgesamt recht schnell durch den Kies und den Sand. Der vollständige Abbau der gefilterten Stoffe benötigt einige Tage. Daher ist auf die Grauwassermenge, die aufgegeben wird, besonders zu achten.

Der einfache Grauwasserturm kann im Unterschied zu einer PKA oder anderen richtigen Kläranlagen keine Vorklärung leisten und wir können nicht per Messung die Reinigungsleistung überprüfen. Deshalb können hier nur geringe Mengen und bekannt belastetes Wasser aufgebracht werden. Grauwassertürme sind damit nur für einen kleinen Bereich von schwach belasteten Abwasserarten geeignet.

4.1 Handhabung/Pflege

Wie viel Wasser darf rein und wie oft?

Als Orientierung gilt: Die Filtrierleistung pro Tag beträgt bei einem Grauwasserturm mit einer Grundfläche von 0,75 Quadratmetern und einer Höhe von mindestens 0,9 Metern bis zu 40 Liter leicht belastetes Abwasser (Handwaschbecken). Bei etwas stärker verschmutztem (z.B. leicht fettigem Küchen-Grauwasser (Tellerspülen) empfehlen wir, nur 20 Liter pro Tag durch solch einen Grauwasserturm zu geben und auf jedem Fall vorher Fette und Öle mit kompostierbarem Material trocken auszuwischen. Neben der Oberfläche in m² ist der zweite, genauso wichtige Faktor die sogenannte Filterstrecke, also der Weg, den das Wasser durch den Filterkörper zurücklegen muss. Eine Sandfilterhöhe von einem knappen Meter reicht aus, um das Grauwasser zu filtern. Für gutes und dauerhaftes Funktionieren ist es wichtig, die täglich maximal mögliche Wassermenge 1 bis 2 mal gesammelt aufzubringen, bzw. in einem kurzen Zeitfenster und dazwischen ausreichend Belüftungszeit zu lassen. Zum Beispiel steht ein Sammeleimer unter dem Handwaschbecken und wenn 20 Liter zusammengekommen sind, kann das auf den GWT gegeben werden, wenn der letzte Eimer mindestens 3 besser 6 Stunden vorher aufgegeben wurde. Umgekehrt, wenn zu wenig Wasser da ist, sollte der GWT mindestens 1 Tag vor erneuter Benutzung und 1 Tag darüber hinaus feucht gehalten werden.

Was darf rein, was nicht?

Wichtig ist die Verwendung von ökologisch abbaubaren Spülmitteln und Seifen im Vorfeld. (Siegel checken: „euroblume“ bspw.) Ansonsten gilt: was nicht drin landet, muss nicht erst aufwendig rausgeholt werden. Generell gilt eigentlich, dass Wasser als Träger sich schlecht für biologischen Abbau eignet. Viel besser sind Boden/Kompost geeignet – also schaut, was ihr an Abfällen gar nicht übers Wasser sondern auf dem Kompost entsorgen könnt.

Beispiele:

- Fette trocken auswischen und kompostieren
- Essensreste einsammeln und kompostieren
- nur biologisch schnell abbaubare Seife verwenden

Was sollte nicht rein?

- Mikroplastik-Kosmetika, Lacke, Desinfektion, große Keimbelastung
- große Stoffe vorher abfiltrieren/absieben; (→ Fettabscheider)

Stärker belastetes Grauwasser

Wenn das Grauwasser etwas stärker belastet ist, müsstet Ihr Euch ein paar mehr Gedanken machen. Dann werden rechtliche Aspekte noch wichtiger: Umwelt- / Grundwasserschutz. Hier kann es sein, dass man eine Ordnungswidrigkeit begeht und ihr solltet das unter Hinzuziehen von Fachexpertise klären.

Eine weitere wichtige Frage ist: Womit und wie stark ist euer Abwasser belastet? Je nachdem kann es sinnvoll sein, zusätzliche Stufen zu integrieren. Und die Empfehlung ist, Fachmensen hinzu zu ziehen. Zusätzliche Stufen könnten so aussehen:

1. Vorklärung durch organisches Filtermaterial

- durch verschieden Materialien nacheinander filtern (Hackschnitzel, Rindenmulch, Stroh) (siehe Skizze im Anhang)
- mit Rottesack arbeiten (ggf. inkl. Strukturmaterial)

→ von Zeit zu Zeit: benutzte Hackschnitzel/Rindenmulch/Stroh in den Kompost mischen (d.h. mit stickstoffreichem Material) und neues Filtermaterial einfüllen

2. Vorklärung durch Schwimm-Sink-Trennung wasserbasiert

- mechanische Vorklärung über Absetzen bzw. Aufschwimmen von Stoffen: Wassergefülltes Fass mit Tauchrohrablauf (unteres Ende Tauchrohr auf halber Höhe des Fasses) (siehe Skizze im Anhang)

→ von Zeit zu Zeit: was aufschwimmt abschöpfen und kompostieren und wenn sich unten viel abgesetzt hat: so gut es geht rausholen und kompostieren

Verwendung als Gießwasser?

Ja, klar. Um wirklich sicher zu gehen, dass wir keine Krankheiten übertragen, könntet ihr das wiedergewonnene Wasser wie folgt nutzen: Nur Versickern, nur Bäume gießen, nur oberirdische Lebensmittel und dabei Früchte nicht mit Gießwasser in Berührung kommen lassen, nur bis 2 Wochen vor Ernte, ...

Wichtig für die Bauweise ist dabei, dass das gereinigte Wasser aufgefangen werden kann. D.h. der Tower ist unten geschlossen oder steht in einer Wanne. Das auf einem Gestell, damit noch ein Eimer unter den Ablauf passt oder eine Vertiefung im Boden für den Eimer. (siehe Skizze im Anhang)

4.2 Hintergrund der Dimensionierung eines Grauwasserturms

Theoretische Hintergründe für die Auslegung (= Dimensionierung: welche Größe muss mein GWT haben?) von Kleinkläranlagen, also auch Pflanzenkläranlagen, sind umfassend und berücksichtigen viele Faktoren (technische Regelwerke: DWA 262 | fbr Hinweisblatt | DIN 1989 + 1988 + 19650,

u.a.). Die Überlegungen für den Grauwasserturm sind daran angelehnt, allerdings stark vereinfacht. Daher ist der Einsatzbereich auch sehr limitiert.

Für die Reinigung von Grauwasser (alle Grauwasserquellen gemischt) durch *Pflanzenkläranlagen* wird pro Person ein nötiges Vorklärvolumen von mehreren hundert Litern und eine Filterbeetfläche von 2m² vorgegeben.

Grundsätzlich wird statistisch davon ausgegangen, dass pro Person der bundesdeutsche Durchschnitt an Grauwasser (aus allen Lebensbereichen) 65 - 80L pro Tag beträgt. Da sich Menschen im Garten in der Regel allerdings nur die Hände waschen und spülen und Anwesenheiten eher sporadisch sind, weicht die Empfehlung hier für den Grauwasserturm ab.

Rechnerisch sind Zusammenhang von Größe und Abwassermenge per Dreisatz ermittelbar: Eine Filterfläche von 1m² Größe darf nicht mit mehr als 20g/d CSB¹ eintragendem Grauwasser belastet werden. Für Handwaschwasser kann laut Literaturwerten im Mittel 200mg/l CSB-Belastung angesetzt werden.

Weitere Faktoren zur Steuerung der biologischen Prozesse und zur Gewährleistung der Betriebsstabilität sind vorrangig die Fließstrecke für die Filterpassage (auch: Verweil- und Kontaktzeit) und eine ausreichende Sauerstoffversorgung über Belüftung. Für Pflanzenkläranlagen muss die eigentliche Filterschicht aus Sand und Kies mittels einer mindesten 1m langen Fließstrecke (das entspricht beim GWT der Turmhöhe) eingehalten werden. Die Körnung bzw. der Korngrößenbereich des Sandes muss zwischen 0,0 und 2,0 Millimetern liegen und gewaschen sein. Das ist eine handelsübliche Bezeichnung für Sand. Sand ist definiert als bestehend aus Körnern größer als 0,063 und kleiner als 2 Millimeter. Und gewaschen stellt sicher, dass keine feineren Körner enthalten sind. Der Kies sollte zwischen mindestes 2 und maximal 8 Millimetern liegen.

5 Rechtliches

Die Abwasserentsorgung ist gesetzlich geregelt, nur mit Genehmigung darf selbst geklärt werden! Hierbei geht es um Schutz von Umwelt und Gesundheit.

Wir haben es beim GWT mit zweierlei Bereichen zu tun - 1. Abwasser, 2. dessen Behandlung und was danach damit geschieht. Damit hängen nun verschiedene rechtliche Bereiche zusammen: Umwelt (Wasser, Boden, Luft), Gesundheit, Regelungen der Entsorgung von Abwässern, baurechtliche und kommunale Festlegungen.

Die verschiedenen Sphären spielen durchaus komplex zusammen, dennoch gibt es eine Möglichkeit aus der Praxis, sich der Sachlage zu nähern.

1. In Deutschland gibt es die Abwasserbeseitigungspflicht. D.h. es ist zu klären, ob und unter welchen Auflagen davon eine Befreiung zu erreichen ist (örtlicher Wasserver- und -entsorger)

2. Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des gereinigten Abwassers in den Untergrund (Versickern (dazu zählt auch Gießen)) bzw. einen Vorfluter (örtliche Wasserbehörde)

¹ CSB = chemischer Sauerstoff-Bedarf; ungefähr lässt sich daraus die Menge an enthaltener Organik rückfolgern; der CSB kann bei dem hier beschriebenen Abwasser als Verschmutzungsgrad des Wassers herangezogen werden

→ Zu 1.: Es gibt den sogenannten Anschlusszwang. Das bedeutet, dass ein Grundstück entweder an die Kanalisation angeschlossen werden muss (!) oder es klare Regelungen gibt, wie in der jeweiligen Kommune mit Abwasser umgegangen werden muss. Hierbei ist eine den Regeln der Technik entsprechende dezentrale Kläranlage (z.B. Pflanzenkläranlage) eine Möglichkeit, wenn die Erlaubnis erteilt wird, oder eine sogenannte abflusslose Sammelgrube, die abgepumpt wird und das Ganze im Klärwerk gereinigt wird. Eine aus rechtlicher Sicht erste Frage könnte also sein: Ist es möglich, sich vom Anschlusszwang befreien zu lassen?

→ Zu 2.: Hier gilt es diverse Felder zu berücksichtigen, unter anderen: Wie hoch ist der Grundwasserflurabstand? Wo sind Trinkwasserbrunnen? Gibt es Altlasten auf dem Gelände - Wie steht es um die Schadstoffbelastung des Bodens? Welche Kennwerte hat die geplante Anlage?

Es gibt regionale/kommunale Unterschiede, welche Anforderung bei der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis erfüllt werden müssen. Eine Anlage nach Stand der Technik ist dabei die eine Seite, die andere sind die Rahmenbedingungen des Standorts. Alle Informationen hierfür sind bei der jeweiligen Wasserbehörde zu finden.

Auch das Versickern des durch einen Grauwasserturm gefilterten Wassers erfordert eine wasserrechtliche Erlaubnis, weil er eine Abwasserbehandlungsmaßnahme darstellt. Der Grauwasserturm ist dabei erstmal nicht ein anerkannter Stand der Technik, sondern eine Analogie und nach Maßgabe der oben angeführten Handhabungstipps zu benutzen. Dennoch lässt sich sagen, dass bei einem verantwortungsbewussten Umgang mit der Grauwasserbehandlung unter Beachtung der genannten Einschränkungen und Vorgehensweise keine Gefahr für die Umwelt zu erwarten ist. Die Verantwortung und Haftung liegt dabei bei den Betreibenden einer solchen Anlage.

6 Anhang

Grauwasserturm Beispiel - möglicher Bauablauf

:: Genauer Bauablauf :: für GWT mit direkter Versickerung :: Werkzeug <u>Material</u>
<p>1. Schritt: 48cm Radius (mit Zollstock, Schnur, 2 Stäben) markieren - etwa 5cm ausheben (Schaufel): möglichst eben abziehen <i>(>> bei Nutzung/Auffangen des Filtrats, entsprechend mit Wanne/Folie oder Drainage)</i></p>
<p>2. Schritt: 5-6 <u>Stöcke</u> in den Boden klopfen (Hammer oder großer Stein), vorher anspitzen? (oder bei Wanne/Folie: fixieren mit Steinen und Hilfe von Menschen)</p>
<p>3. Schritt: <u>Plane</u> zurechtschneiden. Höhe: 1,2m, Länge ?? (<i>siehe Auslegung</i>) m (falls <u>bigbag</u>: sinnvoll entlang der existierenden Nähte schneiden, einfache <u>Plane</u> evtl. doppelt nehmen. (Cutter))</p>
<p>3. Schritt: <u>Plane</u> auf den ersten <u>Stock</u> fädeln (Löcher durch Weiten der Maschen erzeugen (Schraubenzieher, o.ä.), nur notfalls schneiden (Cutter)), alle anderen Stöcke nur ganz unten ein Loch weiten und nur einmal fädeln (Ergebnis: ganz unten kommt die <u>Plane</u> nach innen und der Turm beschwert sich selbst). Das Ende sollte mindestens einen Stockabstand nach innen überlappen → leicht fixieren (Schnur)</p>
<p>4. Schritt: auf 35, 70 und 100cm Höhe (Zollstock oder Augenmaß) <u>umlaufende Bänder</u> befestigen (Stabilisierung) (keine extra Befestigung für Band - zur Not in Position halten)</p>
<p>5. Schritt: <u>Sand</u> auffüllen, vor allem auf Nahtstelle achten; nicht verdichten! (Schaufeln, Eimer); beim Befüllen auf Gleichmäßigkeit/Stabilität achten (evtl. <u>Plane</u> von außen fixieren/gegendrücken) <i>(>> bei Nutzung/Auffangen des Filtrats, entsprechend zuerst Öffnung für Drainagerohr an unterem Rand, Drainagerohr einziehen und Belüftung befestigen, mit Kies bedecken, dann weiter wie Schritt 5)</i></p>
<p>6.Schritt: <u>Eimer</u>: Boden rausschneiden (Cutter) dabei kleinen Rand unten stehen lassen (nicht exakt aufm Rand schneiden, sondern für Stabilität so 2cm nach innen versetzt) und oben auf Tower setzen → mit <u>Kies</u> befüllen</p>
<p>7. Schritt: <u>Bepflanzen</u> → mglw. Experimente: <u>nix, Stoff/abbaubare Tüten/Edelstahlsieb + Erde bzw. nix + Pflanzen</u> → 3 Pflanzlöcher in verschiedenen Höhen übereinander in einer Art Beim Bepflanzen mit Spachtel oder Gartenschäufelchen in den Sack einstecken, Tool drin lassen und vorbereitetes Säckchen hinein - vorsichtig Tool wieder rausziehen</p>
<p>8 Schritt: aufräumen</p>

Auslegung

Beispiel

Greywatertower Händewaschen

mit Puffer

Kreisfläche $R^2 \cdot \pi$	R in [m] [m ²]	Radius 0,45m 0,64	Radius 0,55m 0,95
Volumen $R^2 \cdot \pi \cdot h$ mit $h = 0,9$	[m ³]	0,57	0,86
Umfang $2 \cdot R \cdot \pi$	[m]	2,83	3,46

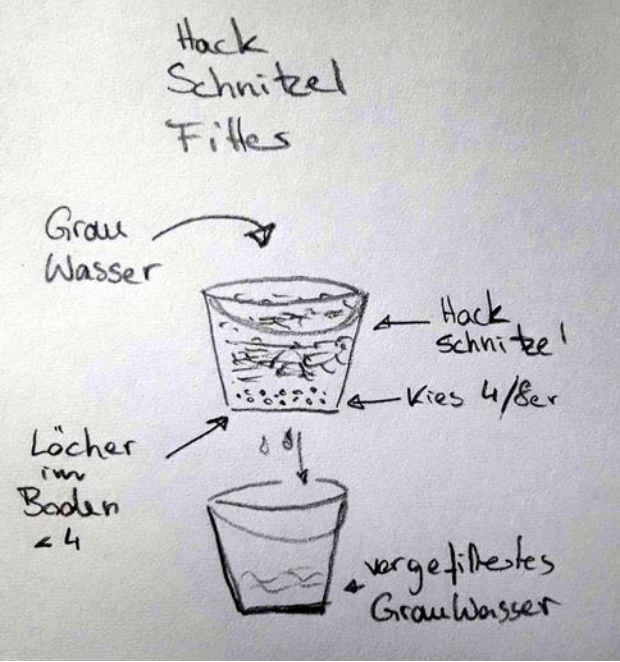
Beispiel Händewaschen

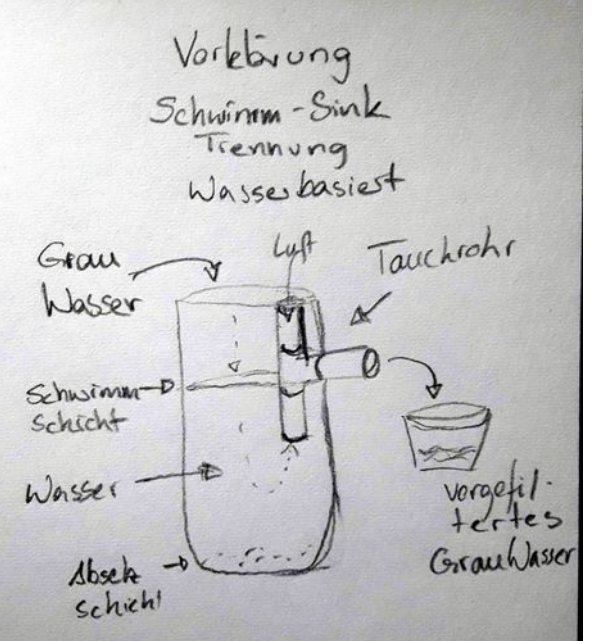
Menge	Belastung CSB: 200mg/l	max Belastung		für CSB erforderliche Fläche m ²	für Menge erforderliche Fläche m ²
		CSB g/m ² d	hydraulisch l/m ² d		
1 x → 1 L	0,2g	20	80	0,01	0,0125
10 x → 10 Liter	02g	20	80	0,1	0,125
50 x → 50 Liter	10g	20	80	0,5	0,625

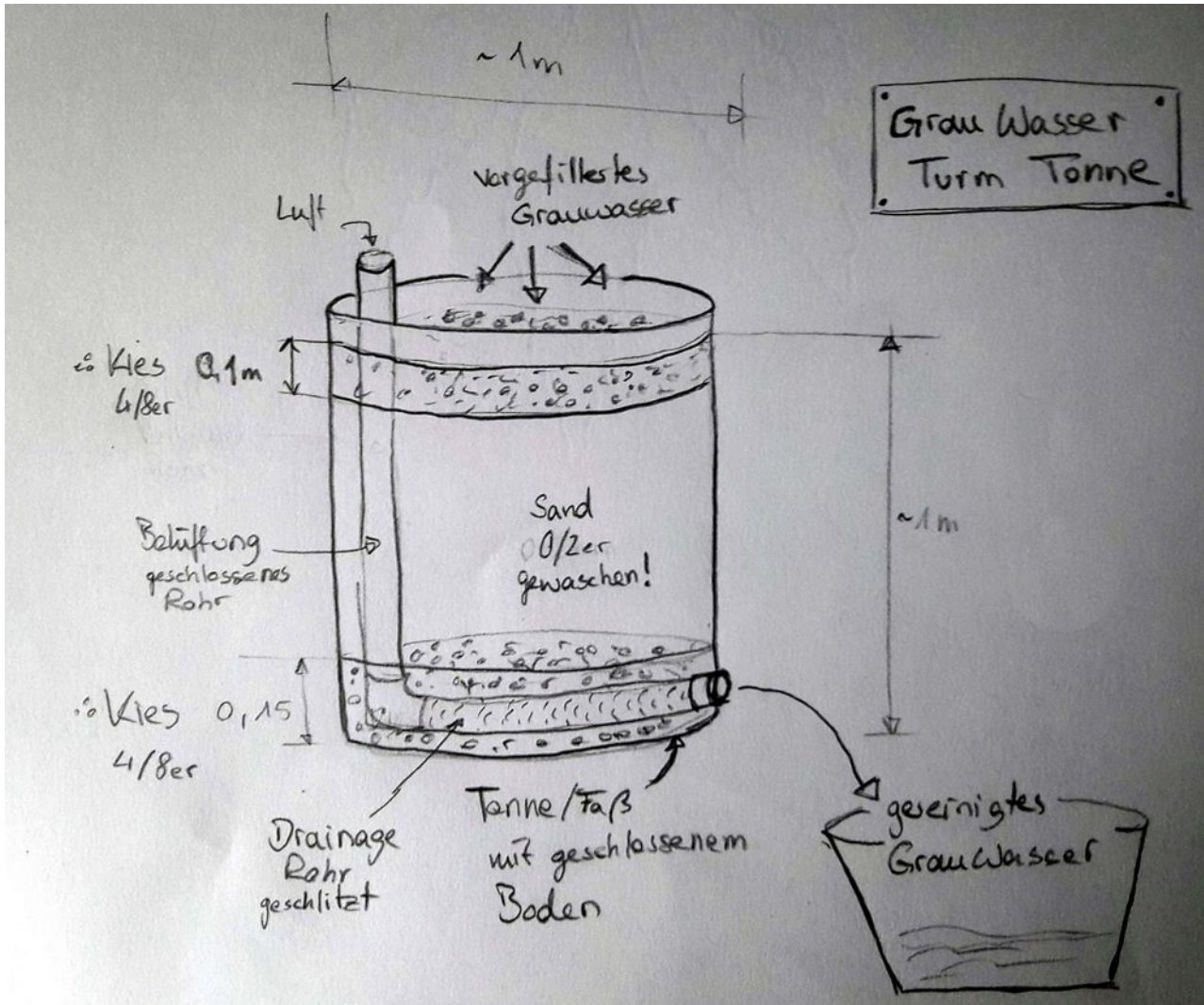
die größere m²-Zahl ist entscheidend

Beispielskizzen und -fotos für Greywatertower + Materialhinweise

Skizzen Vorklärung:

<p>Quelle: KanTe* 2019</p> 	<p>Hackschnitzel - Vorfilter für Grauwasser</p> <p>im Bild: 20 Liter Eimer</p> <p>nicht skizziert: Aufständerung bzw. Befestigung</p> <p>statt Hackschnitzel auch Rindenmulch oder Stroh bzw. ähnlich schwer zersetzbare, unbelastete organische Materialien möglichst</p> <p>von Zeit zu Zeit erneuern, Altes kompostieren</p>
---	---

<p>Quelle: KanTe* 2019</p> 	<p>Vorklärung über wasserbasierte Schwimm-Sink-Trennung</p> <p>bei der ersten Nutzung wird Regenwasser o.ä. bis zum Ablaufpunkt aufgefüllt</p> <p>von Zeit zu Zeit erneuern, Schwimmschicht und Absetzschicht kompostieren</p>
--	--



Quelle: KanTe* 2019

Skizze geschlossener Greywatertower (Tonne, Fass, o.ä.)



Linkes Bild: Drainagerohr geschlitzt



Rechtes Bild: Aufständigung für tonnenbasierten GWT mit Hahn



Beispielbilder



Quelle: KanTe* 2019

Greywatertower

mit direkter Versickerung

Außenmaterial: bigbag



Quelle: KanTe* 2019

Greywatertower

mit direkter Versickerung

Außenmaterial: LKW Plane mit Pflanzlöchern

Statt Kieseimer hier: Kiesschicht mit Schüttkegel aus Kies → behutsames Befüllen wichtig



Quelle: rosa (NGO)

Greywatertower

mit direkter Versickerung

Außenmaterial: Kunststoffgewebe mit Pflanzlöchern



Quelle: KanTe* o.J.

Sonderform Mini-Greywatertower für 4 Liter pro Tag



Die Löcher der Filtereimer sind seitlich, um das Zusetzen der Löcher über die Zeit zu vermeiden