Zentrum für Nachhaltigkeit & Umweltbildung in Kamerun

Dezentrales Wassermanagement für eine Schulmediathek in Bassossa / Bansoa

Médiathèque de l'école Bassossa

Publikation des Projektes:

Zentrum für Nachhaltigkeit & Umweltbildung in Kamerun

Dezentrales Wassermanagement für eine Schulmediathek in Bassossa / Bansoa

Médiathèque de l'école Bassossa

Dezentrales Wassermanagement

Projektbearbeitung auf Anfrage des Herrn Dr. Emmanuel Mouafo

Negropolis Stiftung
Paul-Linke-Ufer 7a
10999 Berlin
Tel. 030 62 206 541
www.negropolis.org

Ausgearbeitet durch die Technikerklasse FT 71 L der Staatlichen Fachschule für Gartenbau, Berlin

Peter-Lenné-Schule,
OSZ Agrarwirtschaft,
Hartmannsweilerweg 29, 14163 Berlin,
Tel. 030 81 490 112
www.peter-lenne-schule.de

In Zusammenarbeit mit der Berliner Landesstelle für gewerbliche Berufsförderung in Entwicklungsländern an der Peter-Lenné-Schule

Koordinator: Klaus Pellmann, OStR
www.landesstelle.org

© FT 71 L, OSZ Agrarwirtschaft Berlin
Veröffentlichung 2009
Layout: Detlef Fischer & Dennis Talartsik

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Vorwort 3

1.1 Anforderungen an das Projekt 4
1.2 Die Situation in Afrika 5
1.3 Projektstandort Kamerun 6
1.4 Negropolis Stiftung 7
1.5 Das Projekt 8
1.6 Klima in Kamerun 10

2. Dachbegrünung (Pflanzen) 12

2.1 Vorteile eines Gründaches 12
2.2 Die Extensive Dachbegrünung 13
2.2.1 Schichtenaufbau der extensiven Dachbegrünung 14
2.2.2 Schüttgüter für die Dachbegrünung 14
2.2.3 Technische Daten 15
2.3. Pflanzen für die Dachbegrünung 16
2.4 Bepflanzung des Gartens 17
2.4.1 Nutzbeet I 18
2.4.2 Nutzbeet II 19
2.4.3 Kräutergarten 20
2.4.4 Eingangsbereich 21
2.4.5 Garten 22
2.4.6 Pflanzenbeschreibungen 23
2.5 Preisliste und Kostenbeiträge 27
2.6 Quellennachweis 28

3. Wasserversorgung und Wasserausbringung 29

3.1 Einleitung 29
3.2 Aufgabenstellung 29
3.3 Brunnenbau 30
3.3.1 Brunnentypen 30
3.3.2 Begründung für die Wahl des Brunnentypens 31
3.3.3 Bau der Brunnenanlage 32
3.3.4 Fazit 35
3.3.5 Handpumpe 35
3.3.6 Solarpumpe 35

Seite

3.4. Verfahren der Bewässerung 36
3.4.1 Oberflächenbewässerung 36
3.4.2 Unterflurbewässerung 37
3.4.3 Beregnung 37
3.4.4 Tropfenbewässerung 38
3.4.5 Kostenermittlung 40
3.5. Quellenneachweis 40

4. Wasserrückhaltung und Gewinnung 41

4.1 Standort der Zisterne 41
4.2. Dimensionierung der Zisterne 42
4.3. Bauweise der Zisterne 43
4.3.1 Alternativ Bauweisen 45
4.4. Pumpentechnik 46
4.5 Kostenermittlung 47
4.6 Quellennachweis 48

5. Abwassertechnik und Wasserreinigung 49

5.1 Vorbemerkung 49
5.2 Filtration 50
5.3 Langsam-Sandfilter (Sedimentfiltration) 50
5.4 Kostenschätzung der Filteranlage 52
5.5 Bereitung von Trinkwasser 53
5.6 Wasserverbrauch und Abwasser 55
5.7 Abwasser Nutzung und Entsorgung 56
5.8 Abwasserbehandlung und Alternativen 58

6. Wasser– und Abwasserschema 61

7. Projektgruppen 62

8. Fazit 63

9. Anhang / Pläne 64

1. Vorwort

Sauberes Trinkwasser ist für viele Menschen unseres Planten Mangelware. 1,2 Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu dem wichtigsten Lebensmittel, über 2 Milliarden keinen Anschluss an eine Abwasserentsorgung. Krankheiten in den Entwicklungsländern sind zu achtzig Prozent auf verunreinigtes Wasser zurückzuführen.
In vielen Ländern Afrikas ist die Wasserversorgung, Wassernutzung und Reinhaltung ein wichtiger Schwerpunkt, um die Lebensverhältnisse der Bevölkerung zu verbessern. Besonders in ländlich geprägten Gebieten herrscht oftmals Wassermangel, die Wege zu den nächsten Wasserstellen können häufig erst nach stundenlangen Märschen erreicht werden.
In den industrialisierten Staaten ist der Umgang mit Wasser ebenfalls ein wichtiges Thema. Der sparsame Umgang mit Wasser durch moderne Versorgungstechnik, die technologische Reinigung des verschmutzten Wassers und der Rückhalt von Niederschlagswasser im natürlichen Kreislauf sind heute die Schwerpunkte des Wassermanagements.
Im Rahmen der Fortbildung an der Berliner „Landesstelle für gewerbliche Berufsförderung in Entwicklungsländern“ ist das Thema Wassermanagement ein Schwerpunkt des Ausbildungsprogramms für Fach- und Führungskräfte aus Entwicklungsländern.
In der Ausbildung zum Staatlich geprüften Techniker, Fachrichtung Garten- und Landschaftsbau, ist die Thematik der Regenwasserbewirtschaftung und die ökonomische Ausbringung von Wasser auf gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzten Flächen ein wesentlicher Unterrichtsinhalt.
Die Auseinandersetzung mit dem Wassermanagement in afrikanischen Ländern war bis dato kein Thema im Unterricht der Fachschule, da sich sämtliche Projekte auf den Berliner Raum mit seinen speziellen klimatischen Verhältnissen bezog.
Im Rahmen der Landesstellenarbeit und der guten Kontakte zu Stipendiaten aus Kamerun trat die Negropolis Stiftung, vertreten durch Dr. Mouafo, mit der Bitte an unsere Schule heran, sie bei der Planung einer Schulmediathek in Kamerun im Bereich des Wassermanagement und der Versorgung mit regenerativer Energie zu unterstützen.
Dr. Mouafo stellte das Projekt im September 2008 der Technikerklasse FT 71 L vor. Die Schüler waren von der Idee und den neuen Herausforderungen begeistert. Im November 2008 begann die Klasse mit der Erarbeitung des vorliegenden Wasserkonzepts, welches zusammen mit der zukunftsweisenden Energieversorgung ein entscheidender Schritt zur Verbesserung der Lebensverhältnisse in der Gemeinde Bassossa / Bansoa darstellen kann.

1.1 Anforderungen an das Projekt

Projekt der Klasse FT 71L (3. Semester)
-Wassermanagement für eine Schulmediathek in Kamerun-

Termine

Projekttage bzw.- stunden in Absprache mit den beteiligten Kollegen :

Montag,	10.11.2008 (2.- 4. Block)
Mittwoch,	12.11.2008 (1.- 4. Block)
Montag,	17.11.2008 (1.- 4. Block)
Dienstag,	18.11.2008 (1.- 4. Block)
Montag,	24.11.2008 (1.- 4. Block)
Montag,	01.12.2008 **Abgabe!**

Weitere Termine nach Absprache bzw. Planungsfortschritt mit beteiligten Kollegen!

Erläuterung der Zwischenergebnisse in der Schule am 19.11.2008

Präsentation und Erläuterung des Endergebnisses für Dr. Mouafo aus Kamerun voraussichtlich Anfang Dezember in der Schule vor der Schulleitung, der Schulverwaltung interessierten Lehrern und Schülern!

Anforderungen

1.Gruppen und Themen:
A) Dachbegrünung (Pflanzen und Baustoffe)
B) Wasserversorgung und Wasserausbringung (Bewässerung)
C) Wasserrückhaltung und Gewinnung (Zisternen)
D) Abwassertechnik und Wassereinigung

2. Schriftliche Ausarbeitungen zu den einzelnen Themenkomplexen mit Berechnungen, Zeichnungen, Fotos etc. und einer Kostenschätzung der Einzelmaßnahmen

3. Entwurfsplan gemeinsam für alle Gruppen im Maßstab 1:100 (1:50) als Planungsgrundlage mit einheitlicher, farbiger Symbolik gemäß Vorgaben

4. Konzept gemeinsam für alle Gruppen in Form einer kurzen „Power-Point“ Präsentation für die Homepage unserer Schule und die Vorstellung im Dezember 2008!

1.2 Die Situation in Afrika

Sklaverei, Kolonisierung, wirtschaftliche Unterentwicklung, Hungersnöte, Epidemien wie AIDS und andere Krankheiten, Naturkatastrophen, Bürgerkriege ... Das sind die Schlagwörter, die gemeinhin mit "Afrika" assoziiert werden.

Zu diesen "Übeln" kommen weitere hinzu, die mit dem sich vollziehenden gesellschaftlichen Wandel verknüpft sind, wie etwa die rasanten und schwer zu steuernden Verstädterungsprozesse. Nach UNO-Angaben ist Afrika der Kontinent, der sich derzeit am schnellsten urbanisiert. Ungeplante Wohnsiedlungen entwickeln sich mit atemberaubender Geschwindigkeit. Dabei ist das Minimum an lebensnotwendigen Infrastrukturen und Dienstleistungen nur selten gewährleistet:

- Es mangelt an sauberem Trinkwasser.
- Die Erziehungs-, Gesundheits- und Sicherheitsausstattungen sind ungenügend.
- Die natürliche Umwelt wird progressiv zerstört.
- Die Zahl der Armen steigt. Die gewaltigen Ungleichheiten zwischen den Einkommensgruppen führen zu sozialen Spannungen.
- Die anhaltende Armut fungiert als Nährboden für Prostitution, Drogenhandel und Konsum sowie Krankheiten, z.B. Hiv/Aids
- Es gibt immer mehr Waisen- und Straßenkinder. Gewalt, Kriminalität und Analphabetismus nehmen drastisch zu.

All diese Aspekte verstärken in diesen Ländern den Teufelskreis aus wirtschaftlicher Not, Armut, Hunger, Bürgerkriegen, sozialer und politischer Instabilität.

1.3 Projektstandort Kamerun

Kamerun zeichnet sich durch seine Verschiedenartigkeit aus. Auf einer Fläche von 475.442 km² befinden sich die unterschiedlichsten Landschaften, über 200 Volksstämme, moderne Großstädte und traditionelle Dörfer, Paläste, traumhafte Sandstrände, tropischer Regenwald und hohe Berge. Alles was Afrika zu bieten hat findet man in diesem einen Land!

Abb.1: Kameruns Lage in Afrika, Bild erstellt von Dennis Talartsik

Kamerun ist aber auch ein Land, welches vor großen Herausforderungen steht. Das Bildungssystem ist marode und wie in vielen afrikanischen Ländern grassieren Korruption, Gewalt und Krankheiten im Land.

Tabelle 1

Republik Kamerun	
Staatsform	Präsidialrepublik
geografische Lage	Zentralafrikanische Westküste 8° - 16° östliche Länge 2° - 13° nördliche Breite
Einwohnerzahl	ca. 16,6 Millionen
Ethnien	ca. 200 Ethnien bzw. Volksgruppen (Bantu, Semibantu, Sudanvölker u.a.)
Religionen	ca. 50% Christen, 30% Animisten, 20% Muslime
Hauptstadt	Yaoundé
Fläche	475.442 km²
Klima	tropisches Klima, Südliches Drittel gehört zum trop. Regenwaldgürtel, Norden mit Steppenklima, kurzer Regenzeit und großen Tag/Nacht Temperaturschwankungen.

1.4 Negropolis Stiftung

Die Negropolis Stiftung will die enge Zusammenarbeit zwischen lokaler Bevölkerung und wissenschaftlichem Nachwuchs in der Region Sub-Sahara-Afrika fördern. Sie will erreichen, dass Bürgerinnen und Bürger in Afrika, unterstützt von einheimischem wissenschaftlichen Nachwuchs, mehr Verantwortung für die nachhaltige Gestaltung ihres Lebensraums übernehmen. Die Stiftung bringt die Betroffenen zusammen, damit sie gemeinsam konkrete Lösungen für wichtige Probleme und Bedürfnisse vor Ort entwickeln können.

Umgesetzt werden soll dieser Anspruch durch die Förderung von jungem afrikanischem wissenschaftlichen Nachwuchs. Er soll beispielhafte integrierte Planungs- bzw. Managementkonzepte sowie Innovationsstrategien in Pilotstudien, Diplom- und Promotionsarbeiten erarbeiten. Gleichzeitig unterstützt die Stiftung so junge Absolventen und Postdoktoranten bei der Realisierung von Pilotprojekten.

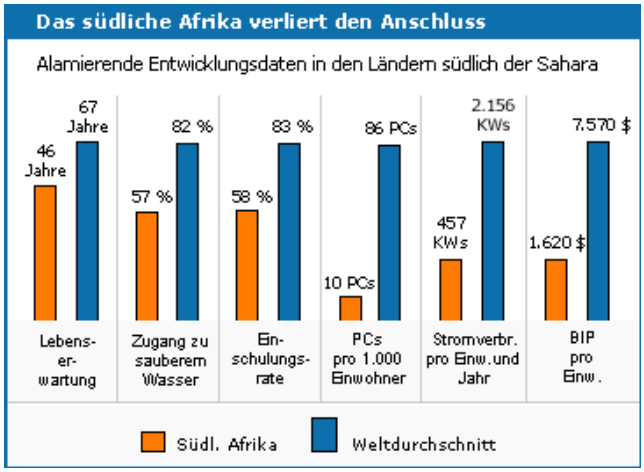


Abb.2: Quelle, Gabrieleweis.de

Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Arbeiten verstehen sich als Beiträge für eine nachhaltige und zukunftsfähige Entwicklung, die sich an den Bedürfnissen der Bevölkerung orientiert. Ihre Themenschwerpunkte sind die Schaffung von Wohnraum, Wasserver- und Entsorgung, Umwelt, Gesundheit, Ernährung, Mobilität und Energie.

Somit gibt die Stiftung jungen afrikanischen Nachwuchswissenschaftlern Gelegenheit, vor Ort selbstständig praxisorientierte und interdisziplinäre Erfahrungen zu sammeln und sich so bereits nach dem Hochschulabschluss effizient für die Entwicklung ihres Landes einzusetzen.

Das Engagement der Negropolis Stiftung basiert auf humanen Werten wie Menschlichkeit, persönliche Freiheit, Toleranz und Solidarität. Sie berücksichtigt in ihrer Arbeit kulturelle, wirtschaftliche und soziale Belange sowie Gleichberechtigungs-, Partizipations- und Bildungsaspekte in besonderem Maße.

Die Stiftung ist nicht kommerziell und verfolgt satzungsgemäß ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke.

1.5 Das Projekt

Eine Mediathek soll gebaut werden.
Bis auf das Fremdwort eigentlich nichts Besonderes. Handelt es sich jedoch nur um die moderne Variante der Bibliothek, in der der Zugriff auf die sogenannten neuen Medien - Filme, CD, DVD, Personalcomputer, Internet - ermöglicht wird?
Wenn man erfährt, wo sich der Projektort befindet, beantwortet sich diese Frage von selber, denn diese Mediathek soll in Kamerun entstehen. Genauer in Westkamerun, in Bassossa / Bansoa.

Abb.3: Schulmediathek, Zeichnung von Dr. Mouafo

Dr. Emmanuel Mouafo ist hier geboren. Es ist seine Heimat. Das Leben, das er, seine Frau und seine Kinder derzeit in Deutschland genießen, tröstet ihn wenig über die große Entfernung zu seinen Eltern, die in Bansoa wohnen.

Als wir den großen, athletischen Afrikaner zum ersten Mal trafen, fiel sein charismatisches Wesen auf. Nicht nur, das er freundlich und gänzlich unbefangen auf jeden Menschen zugehen kann. Der Architekten weiß sich mit einer Mission ausgestattet. Ihm geht es nicht um seinen persönlichen Wohlstand. Dr. Mouafo ist seiner Heimat verpflichtet. Das kann spürt man ihm auf Schritt und Tritt ab.

Bei einer Präsentation in der Staatlichen Fachschule für Gartenbau Berlin stellte er der Technikerklasse FT 71 L seine Heimat ein wenig näher vor. Dabei erzählte er von den Problemen in seinem Heimatland:

• in Kamerun fehlen Schul- und Öffentliche Mediatheken;
• die Umwelt- und Wirtschaftsprobleme wachsen stetig;
• die Wasser- und Energienot nimmt zu;
• jungen Leuten fehlen Jobs und Zukunftsperspektiven.

Als Lösungsschritte stellt sich Dr. Mouafo die Förderung der Bildung für alle vor. Gleichzeitig sollen Umwelt-, Wasser- und regenerative Energietechniken forciert werden.
Damit aber nicht jedes Mal das Rad neu erfunden werden muss, ist eine Nord-Süd Partnerschaft im Bereich der Beruflichen Berufsförderung nötig. In den Gesprächen, die wir mit Dr. Mouafo führten, betont er den besonderen Wert des Wissens- und Personaltransfers.
Der Bau einer Schulmediathek mit dezentralem Wassermanagement und Regenerativen Energien (Solar- und Windenergie) stellt ein Pilotprojekt dar.

Die Ziele sind:

• Schaffung von Räumen für Vorträge und Lesungen;
• Kindertheater;
• Angebote zur Leseförderung (für Kinder, Jungendlichen und Erwachsene);
• unterrichtsbegleitende, thematische und didaktische Filmvorführungen für Schüler (Filme aus aller Welt und allen Themenbereichen);
• Führungen für Schulklassen und Gruppen (IT-Medien begleitete Unterrichte, Ausstellungen ...);
• Einführung in die EDV- und Internetnutzung (für Kinder, Jungendlichen und Erwachsene);
• sowie ein kleiner Innenhof als Treffpunkt und Kommunikationsort.

Unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Infrastruktur, verfolgten die Technikerschüler bei der Bearbeitung des Projektes eine Insellösung. Für die Bereiche der Wassergewinnung, -reinigung, -speicherung, -ausbringung und -nutzung ist die völlige Unabhängigkeit genauso gegeben, wie für die Abwasserreinigung. Die vorgeschlagenen Lösungen entsprechen dem Gesamtkonzept und Anliegen seines Initiators Dr. Mouafo: alles soll im privaten Haushalt nachgebaut werden können.

1.6 Klima in Kamerun

Ein wichtiger planerischer Schritt ist die Recherche der Klimabedingungen im Projektgebiet. Dies dient der Erhebung der anfallenden Regenmengen während eines Niederschlages. Die Filteranlage muss entsprechend groß oder klein dimensioniert werden. Hier eine kurze Darstellung:

Die Küstenebene im Süden hat äquatoriales Klima mit Niederschlägen zwischen 1.500 und 2.000 mm und einer Durchschnittstemperatur von 25° Celsius. Hier bildete sich dichter tropischer Regenwald aus. Die trockeneren Monate sind Dezember und Januar.

Im sich nach Süden anschließenden inneren Hochland (1.000 bis 1.500 m Höhe) erreicht die Temperatur durchschnittlich 22 °C. Hier vollzieht sich der Wechsel von den Savannen des Nordens zum Regenwald des Südens. Das folgende Westkameruner Bergland weist konstante Niederschläge zwischen 2.000 und 11.000 mm auf. Die Gegend an den südlichen Ausläufen des Kamerunbergs hat durchschnittliche Niederschlagsmengen von 11.000 mm und gehört deswegen zu den regenreichsten Gebieten der Welt. In diesen beiden Regionen kommt es zu einer "Trockenzeit" zwischen Dezember und Februar, wobei auch diese Zeit nicht vollständig ohne Niederschläge bleibt.
Im Norden von Kamerun ist es wechselfeucht mit einer Trockenzeit von Oktober bis April und einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von ca. 700 mm im Jahr. Hier liegen Kameruns Anteile am Tschadbecken mit Sumpfgebieten. Die Zeit, in der der geringe Niederschlag fällt, erstreckt sich von Juli bis September. Die Temperaturen im Norden schwanken zwischen kühl und sehr heiß.

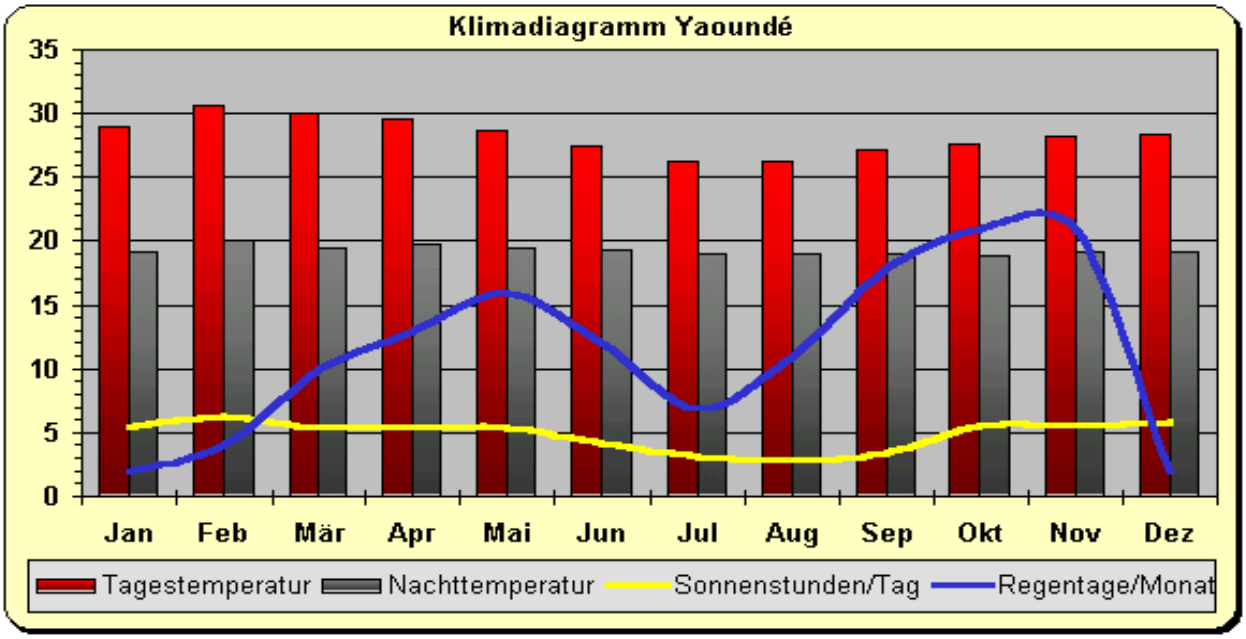
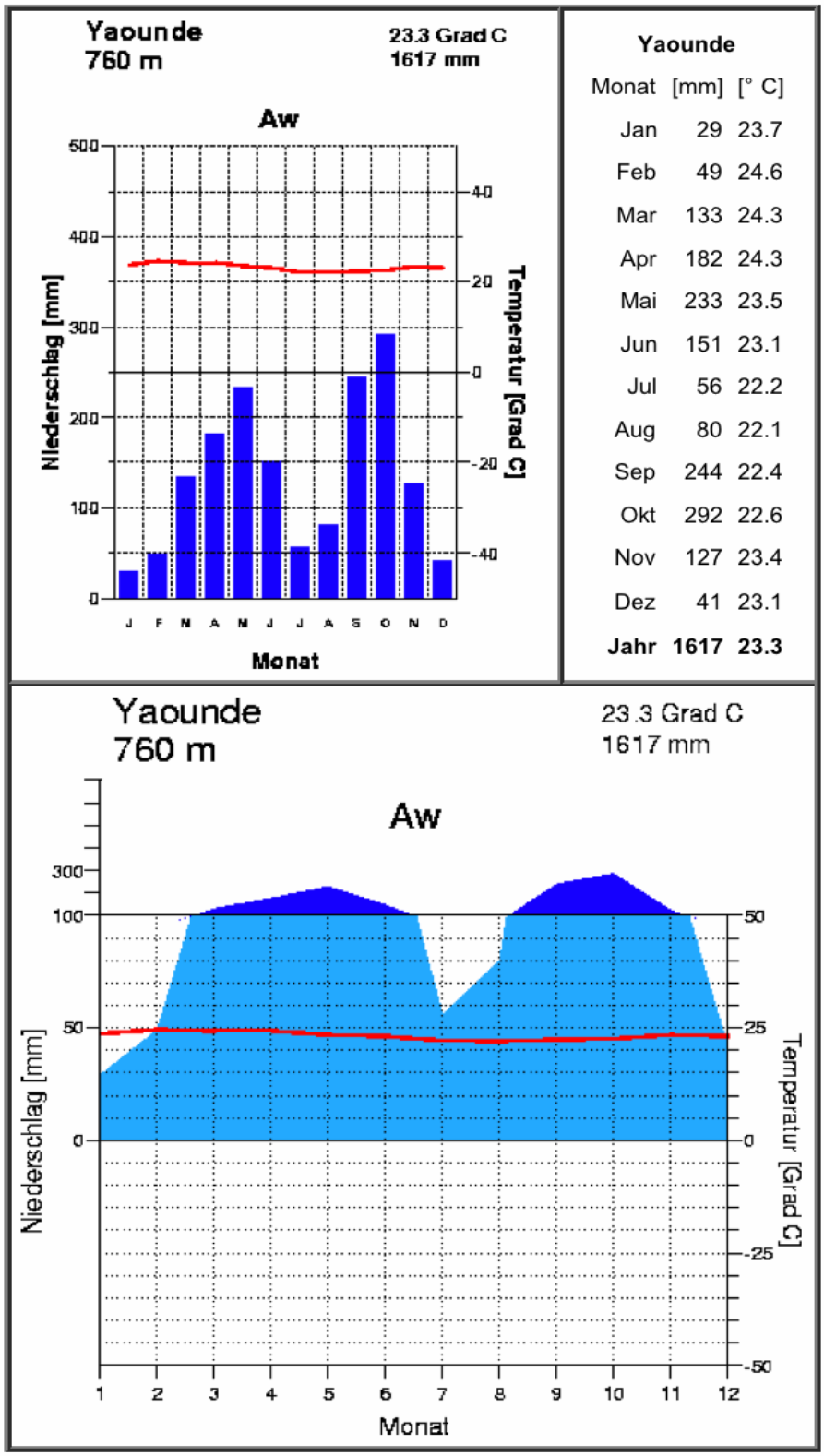


Abb.4: Klimadiagramm Yaounde / www.transafrika.org (Referenzort für Bassossa / Bansoa)



Yaounde

Monat	[mm]	[° C]
Jan	29	23.7
Feb	49	24.6
Mar	133	24.3
Apr	182	24.3
Mai	233	23.5
Jun	151	23.1
Jul	56	22.2
Aug	80	22.1
Sep	244	22.4
Okt	292	22.6
Nov	127	23.4
Dez	41	23.1
Jahr	**1617**	**23.3**

Abb.5: Klimadiagramm Yaounde / Bernhard Mühr, 29. Mai 2007 / www.klimadiagramme.de

2. Dachbegrünung

Die Dachbegrünung ist eine Form der Bauwerksverschönerung und bezeichnet den Vorgang des Bepflanzens von Dächern. Eine Dachbegrünung bringt viele Vorteile mit sich. Sie integriert nicht nur das Haus besser in die Umgebung sondern bietet auch vielen Insekten Unterschlupf und sieht gut aus.

2.1. Vorteile eines Gründaches

Klimaverbesserung:
Begrünte Dächer haben eine klimaregulierende Wirkung und bieten Schutz vor Sonneneinstrahlung. Insbesondere im tropischen/subtropischen Klima unterstreicht die Kühlwirkung die Wirtschaftlichkeit eines Gründaches.
Bepflanzte Dächer befeuchten die Luft und sorgen für Abkühlung. Dies hat zur Folge, dass Klimaanlagen aufgrund der geringeren Aufheizung wesentlich wirtschaftlicher arbeiten können, was wiederum die Energiekosten senkt.

Hoher Wasserrückhalt:
Das Gründach hält, bei der 1-Schichtbauweise 50-60% der Niederschläge zurück. Ein Großteil dieses Wassers verdunstet, der Rest fließt zeitverzögert ab. Dachabläufe können so kleiner dimensioniert werden und sind dementsprechend kostengünstiger.

Bindung von Staub und Schadstoffen:
Durch die große Blattoberfläche und die Abbremsung des Luftstromes filtern Dachbegrünungen 10-20 % des Staubs aus der Luft heraus.
Auch Nitrate oder andere in der Luft und Niederschlägen enthaltenen Stoffe werden festgehalten und verwendet.

Verlängerung der Dachlebensdauer:
Eine Dachbegrünung ist der ideale Schutz für die Dachabdichtung, da diese unter dem Gründach wirksam schützend vor UV-Strahlung und Hitze liegt und somit die Lebensdauer der Abdichtung wesentlich verlängert.

Erhöhter Schallschutz:
Gründächer mindern die Schall-Reflexion um bis zu 3dB und verbessern die Schalldämmung eines Daches um bis zu 8dB.

Lebensraum für Tiere und Pflanzen:
Dachbegrünungen können die im Zuge von Baumaßnahmen verlorengegangenen Grünflächen zu einem erheblichen Teil kompensieren. Mit zunehmender Substratstärke nimmt die Artenvielfalt der Flora und Fauna zu, was den ökologischen Wert der Dachbegrünung erhöht. Durch Profilierungen in der Vegetationsschicht können Nischen für Lebewesen geschaffen werden.

2.2 Die Extensive Dachbegrünung

Das Wesentliche der extensiven Dachbegrünung ist der niedrige technische Aufbau und der auf ein Minimum reduzierte Pflegeaufwand. Einfache bzw. extensive Dachbegrünungen lassen sich heute problemlos und sicher auf einem Flachdach anlegen.

Im Gegensatz zu Intensivbegrünungen sind die bei einer extensiven Dachbegrünung verwendeten Pflanzen anspruchslos und trockenresistent. Dazu zählen Mauerpfeffer (Sedum-Arten), Dachwurze (Semperviven) und Moose. Sie überstehen zu meist heiße und trockene Sommer, auch ohne Bewässerung.
Trotz dieser geringen Ansprüche zeigen die Pflanzen durch ihre unterschiedlichen Blüten und Blätter im Verlauf der Jahreszeiten ein buntes und abwechslungsreiches Bild.

Abb.: 1-3

2.2.1 Schichtenaufbau der extensiven Dachbegrünung

Extensivbegrünungen

Extensivbegrünungen lassen sich in ein-, zwei- und dreischichtiger Bauweise erstellen. Ihre Erstellung erfolgt häufig in Schüttbauweise, wobei mineralische Baustoffe wie Lava, Bims, Blähton, etc. verwendet werden. Zur Verbesserung des Nährstoffhaushaltes werden in die Vegetationstragschicht organische Stoffe eingemischt.

Kennzeichen einer einschichtigen Bauweise:
Direkt auf der Wurzelschutzfolie befindet sich die Vegetationstragschicht, die gleichzeitig als Substrat-, Filter- und Dränschicht dient. Schichtaufbau etwa 8 bis 10 cm. Geringe Baukosten, geringes Wasser- und Nährstoffhaltevermögen.

Kennzeichen einer zweischichtigen Bauweise:
Unter der Vegetationstragschicht befindet sich eine extra Dränschicht, sodass die Dränagewirkung verbessert ist. Schichtenaufbau 8 bis 10 cm. Organische Stoffe können in die Dränschicht eingewaschen werden.

Kennzeichen einer dreischichtigen Bauweise:
Vegetationstragschicht und Dränschicht sind durch eine Filterschicht getrennt. Höhe und Zusammensetzung der Substratschicht kann der gewünschten Begrünung angepasst werden. Auch für intensive Begrünung allerdings aufwändiger in der Herstellung und relativ hohes Gewicht.

2.2.2 Schüttgüter für die Dachbegrünung

Schüttgüter für die einschichtige Vegetationstrag-/Drän-/und Filterschicht:

Bims: ein sehr leichtes, poröses Vulkangestein. Durch sein geringes Eigengewicht und seine hohe Wasserspeicherfähigkeit wird er bevorzugt als Mischungskomponente für z.B. Lava eingesetzt.

Lava: hat sich sowohl für die Herstellung der Dränschicht als auch als Mischungskomponente für die Substratherstellung bewährt. Allerdings besitzt Lava ein relativ hohes Volumengewicht.

Fazit:
Wir würden die zweischichtige Bauweise empfehlen. Sie ist zwar etwas komplizierter als die einschichtige Bauweise hat aber dafür jede Menge Vorteile. Sie filtert das Wasser auf dem Dach, so dass weniger Schmutz und Dreck unten ankommt. Um die Kosten möglichst gering zu halten empfehlen wir vorhandenes Material vor Ort zu verwenden, welches sich dafür eignet. Diese Materialien werden in den Boden eingearbeitet, um den Boden zu verbessern und aufzulockern.

Abb.: 4

2.2.3 Technische Daten

-Gewicht bei max. Wassersättigung	120 kg/m2
- bei max. Wasserkapazität:	500
- Dicke (cm) Schichthöhe/Tragschicht:	8 – 10 cm
Speicherleistung/Retention/	
- Wasserspeicherung ca.:	25l/m2
- Wasserrückhalt:	50-60%
- Abflussbeiwert:	0,5-0,4

2.3 Pflanzen für die Dachbegrünung

Bot. Name	Dt. Name	Blütenfarbe	Größe	St/m2
Sedum	Scharfer Mauerpfeffer	Gelb, rot	10 - 15 cm	10 - 25
Sagina	Moose	Gelb, weiß	5 - 10 cm	15 - 25
	Wildsamen	Samen von Wildpflanzen aus der Umgebung sammeln und auf dem Dach aussäen(Gräser, Farne, Bodendecker, Wildblumen, Moose, …usw.)		

Moos

Scharfer-Mauerpfeffer

Scharfer-Mauerpfeffer

Scharfer-Mauerpfeffer

Scharfer-Mauerpfeffer

Moos

Moos

Abb.: 5-10

2.4 Bepflanzung des Gartens

Zum besseren Verständnis der folgenden Tabellen hier ein paar Anmerkungen.

Geht man auf das Gebäude zu, fallen zuerst die repräsentativen Pflanzen, wie die Zwergdattelpalme, die Siegelwachspalme oder der New Zealand Flax ins Auge. Sie sollen den Vorplatz zu einem schönen Treffpunkt für Studenten, Lehrer und Schüler gestalten. Der runde Kreis in der Mitte des Platzes ist typisch für die afrikanische Gestaltung
Geht man rechts ums Haus kommt man direkt in den Garten. Dort findet man neben Bambus, und verschiedenen Sorten von Datteln auch Palmen und den Baum der Reisenden. Die auffälligste Eigenschaft des Baumes ist die Blattanordnung, die der gesamten Pflanze das Aussehen eines Riesenfächers gibt. Der Bambus verdeckt mit seinem graziösen Wuchs die nackte kalte Betonwand des Hauses. Der „echte Dattelbaum" mit seinen Früchten verströmt einen wunderbaren Duft und zieht Insekten an.
Im Garten befinden sich auch zwei Nutzbeete. In dem einen Beete wachsen Kartoffeln, Bohnen, Tomaten, und anderes Gemüse, welches die Mitarbeiter versorgen soll. Dieses Gemüsebeet lockert nicht nur den Garten auf, sondern ist auch nicht arbeitsaufwändig. Im anderen wachsen Zwergdatteln und Rosa Zwergbananen. Diese Pflanzen werden nur etwa mannsgroß, so dass man die Früchte leicht ernten kann und versorgen die Mitarbeiter mit genügend Vitaminen. Diese Früchte können als Nachtisch oder Zwischenmahlzeit dienen.
Wenn man weiter ums Haus herum geht befindet sich auf der linken Seite des Grundstücks ein Kräuterbeet. In diesem Kräuterbeet wachsen Dill, Rosmarien, Majoran, Oregano, usw. also wichtige Kräuter zum Würzen des Essens. Nebenbei verströmen diese Kräuter einen wohlriechenden Duft und locken viele Insekten an, die den Garten noch mehr beleben.
Auf dem vorderen Teil des Daches befinden sich die Solarzellen, die das Gebäude mit Strom versorgen. Der hintere Teil des Daches ist begrünt. Dort wachsen Moose, Gräser und Mauerpfeffer. Sie haben nicht nur die Aufgabe das Dach zu begrünen, sondern sollen nebenbei noch Schmutz und Staub binden. Sie senkt aber auch die Außentemperatur oder hält bei Kälte die Wärme gut im inneren fest. Zusätzlich dient sie auch als Lebensraum für Tiere und Wildpflanzen. Die Pflanzen auf dem Dach kommen sowohl mit Trockenheit wie auch mit Nässe gut zurecht und benötigen kaum Pflege.

Zur Bodenverbesserung im Garten sollte Lava-Bims-Gestein in den Boden mit eingearbeitet werden. Das Lava-Bims-Gestein soll zum einen Wasser während der Regenzeit speichern um es während der trocken Zeit abzugeben. Außerdem soll das Lava-Bims-Gestein den starklehmigen Sandboden auflockern. Dadurch kann überflüssiges Wasser leichter versickern und abfließen.

2.4.1 Nutzbeet I

Bot. Name	Dt. Name	Blütenfarbe	Größe	Farbe der Früchte
Musa velutina	Rosa Zwergbanane	Rosa	1,2 m	gelb
Phoenix roebe-lenii	Zwergdattelpalme	gelb	1,5 - 2 m	grün

Rosa Zwergbanane

Zwergdattelpalme

Abb.: 11-12

2.4.2 Nutzbeet II

Name	St/m2	Fruchtfarbe	Größe der Frucht	Größe der Pflanze
Tomate	4	Rot	0,06 m	1 m
Salat	12	Grün	0,2 - 0,3 m	0,2 m
Bohne	25	Grün	0,3 m	2 m
Kartoffel	5	Braun	0,05 - 0,1 m	0,5 m
Rote Beete	25	Rot	0,1 m	0,2 m
Karotten	100	Rot	0,1 - 0,15 m	0,3 m

Quelle: Großeltern

Tomaten

Rote Beete

Karotten

Salat

Kartoffeln

Bohnen

Abb.: 13-18

2.4.3 Kräutergarten

Name	Farbe	Größe	Blüte	St/m2
Dill	Hellgrün	0,3 - 0,7 m	gelb	1
Rosmarin	Tiefgrün	1 m	blassblau	40
Bohnenkraut	Dunkelgrün	0,3 - 0,5 m	weiß	20
Majoran	Hellgrün	0,2 m	helllila	50
Thymian	Dunkelgrün	0,2	weiß	50
Johanniskraut	Hellgrün	0,5 m	gelb	10
Fenchel	sattes grün	0,5 - 1 m	gelb	3
Oregano	Dunkelgrün	0,2 - 0,7 m	weiß	50

Quelle: Großeltern

Dill

Majoran

Johanneskraut

Fenchel

Bohnenkraut

Rosmarin

Oregano

Thymian

Abb.: 19-26

2.4.4 Eingangsbereich

Bot. Name	Dt.-Name	Blütenfarbe	Größe
Phoenix roebelenii	Zwergdattelpalme	gelb	1,5 - 2 m
Cyrtostachys renda	Siegelwachspalme	scharlachrot	2 m
Phormium tenax	New Zealand Flax	dunkelgelb rot	1 - 3 m

Siegelwachspale

New Zealand Flax

Zwergdattelpalme

Abb.: 27-29

2.4.5 Garten

Bot. Name	Dt. Name	Größe	Früchte /Farbe
Livistona chinensis	Chin. Schirmpalme	1,2 - 1,5 m	
Ravenala madagascariensis	Baum der Reisenden	4 m	Banane/ gelb
Fargesia muriela	Bambus	3 m	
Cocos nucifera	Cocos Palme	10 m	Cocos /gelb, grün
Washingtonia robusta	Petticoat-Palme	10 m	

Petticoat Palme

Bambus

Cocos Palme

Chin. Schirmpalme

Baum der Reisenden

Abb.: 30-34

2.4.6 Pflanzenbeschreibungen

Musa oranta
(Zierbanane)

Eine gute, kleinwüchsige und sehr robuste Art mit bläulichen Blättern und violetten Blüten.

Musa oranta

Musa velutina

Rosa velutina
(Rosa-Zwergbanane)

Diese reizvolle Zwergart wird nur 1,2 m hoch und hat gewiss einen gemeinen Namen verdient, der auf ihren rosa Farbton aufmerksam macht. Ihre etwas wachsartigen Blätter haben rosa Blattrippen, die Blüten sind rosaorange und die sehr dekorativen Früchte, die Zierbananen sind von einem leuchtenden samtartigen rosa Farbton und dauern jeweils monatelang an. Die Bananen sind essbar und recht süß, aber auch voller Samen. Diese Art ist sehr kälteverträglich und überlebt auch recht eisige Winter im Freien, wenn sie gut gemulcht wird. Andererseits ist sie auch eine ausgezeichnete Zimmerpflanze und eine der wenigen Zierbananen, die tatsächlich im Haus blüht und Früchte zieht. Sehr anspruchslose, wüchsige und überraschend kälteverträgliche Pflanze.

Phormium tenax
(Zealnad-Flax)

Die in Neuseeland beheimatete Phormium tenax verfügt über große Büschel breiter, schwertförmiger, steif nach oben wachsender Blätter. Sie gedeiht im temperierten Klima am besten und passt perfekt zu Palmen, Bambus und Baumfarnen. Sie ist extrem unempfindlich gegenüber Wind, hartem Küstenklima und sogar starkem Frost.

Phormium tenax

Revanala madagascariensis

Ravenala madagascariensis
(Baum der Reisenden)

Diese berühmte Banane ist eine beliebte Dekoration in den tropischen Gebieten auf der ganzen Welt. Ihre auffälligste Eigenschaft ist die Blattanordnung, die der gesamten Pflanze das Aussehen eines Riesenfächers gibt. Ihren Namen erhielt die Pflanze aufgrund der Tatsache, dass sich nach Regenfällen in den langen Blattstielenden Wasser für eine lange Zeit ansammeln konnte, das hypothetisch Reisenden im Falle von Dürre zur Verfügung gestellt werden konnte. Die langen Blätter fangen den Regen auf und dieser fließt zu den Blattgründen, die ineinander stecken und mit dem Stamm in einem ansteigenden Winkel verbunden sind. „Wenn Sie den Stiel anstechen, fließt das Wasser heraus ...“ so oder ähnlich lautete die Geschichte. Sie kann sehr einfach durch Samen vermehrt werden und ist sehr schnellwüchsig.

Cyrtostachys renda
(Siegelwachs Palme)

Wer hat nicht schon mal von dieser tropischen Schönheit geträumt, mit ihrem scharlachroten Kronenschaf und ebensolchen Blattstielen? Unerfreulicherweise wachsen sie in Südostasien wie Unkraut, sind aber an anderen Orten praktisch nicht zu kriegen. Die kleinen Samen keimen schnell und die Sämlinge zeigen bereits sehr früh die rote Färbung.

Cyrtostachys renda

Livistona chinensis
(Chinesische Schirmpalme)

Livistona chinensis

Eine sehr beliebte Fächerpalme, die seit der viktorianischen Zeit populär ist und eine stattliche Kübelpflanze für Haus und Terrasse darstellt. In wärmeren Klimazonen und im Verlaufe mehrerer Jahre wächst sie zu einem ansehnlichen, mittelgroßen Baum mit einem schlanken Stamm heran. Ihr gemeiner Name ist unzutreffend, da sie heutzutage auf den japanischen Ryukyu Inseln und Volcano Islands heimisch ist. Die breiten, lindgrünen Blätter haben elegante herabhängende und gelockte Spitzen, die ihr ihren zweiten Namen "Brunnenpalme" eingebracht haben. Die zahlreich vorhandenen Früchte sind blau gefärbt. Livistona chinensis zeigt eine gute Verträglichkeit gegenüber Kälte und Frost und kann im geschützten gemäßigten Garten gehalten werden, akzeptiert aber auch gern die heißen und feuchten tropischen Kulturbedingungen. In temperierten Regionen häufig als beliebte Topfpflanze.

Washingtonia robusta

Washingtonia robusta
(Petticoat-Palme)

Große, solitäre Fächerpalme mit sehr hohem, schlankem Stamm. Die großen, hellgrünen Blätter bleiben nach dem absterben am Stamm haften und hüllen diesen in eine Art Petticoat, dass an kultivierten Pflanzen aber meist entfernt wird. Die Blattsegmente tragen feine, weisse Fäden, die Blattstiele sind seitlich mit orangebraunen Dornen besetzt und die Blattbasen dunkel rotviolett gefärbt. Besonders Jungpflanzen sind leicht mit W. filifera zu verwechseln. Wegen ihres extrem schnellen Wachstums ist sie eine beliebte und sehr häufig anzutreffende Zierpflanze.

Phoenix dactylifera
(**Echte Dattelpalme**)

Die Dattelpalme ist ihrer schmackhaften Früchte wegen jedem bekannt. In ihrer Wuchsform gleicht die Echte Dattelpalme der eng verwandten Kanarischen Dattelpalme, P. dactylifera hat aber eine deutlich lichtere Blattkrone mit bläulichen, sehr harten und steifen, schmäleren Blättern und treibt häufig Ausläufer. Sie wächst etwas langsamer als P. canariensis, doch kann schon sehr früh blühen, unter optimalen Bedingungen schon nach wenigen Jahren. Zum Fruchtansatz sind allerdings weibliche und männliche Pflanzen nötig. P. dactylifera ist als Obstbaum weltweit verbreitet.

Phoenix dactylifera

Phoenix roebelenii

Phoenix roebelenii
(**Zwergdattelpalme)**

Eine kleine, sehr schlanke Phoenix-Art mit maximal 10 cm starken, rauen Stämmen und einer runden Krone aus bis zu 1m langen, weichen, flexiblen, sehr fein gefiederten Blättern. Die essbaren aber faden Datteln werden ca. 1 cm lang. Im Überschwemmungsbereich grosser tropischer Flüsse in Laos beheimatet. Als Zierpflanze hat sie weltweite Beliebtheit erreicht. Ihre Eigenschaften machen sie zu einer robusten Zimmer- oder Kübelpflanze. Die beste Dattelpalme fürs Zimmer, Lufttrockenheits- und Schattenverträglich.

2.5. Preisliste und Kostenbeiträge

Bot. Name	Name Dt.	Größe / St.	Preis/ca.
Phoenix roebelenii	Zwergdattelpalme	1,80 m	600 €
Cyrtostachys renda	Siegelwachspalme	2 m	650 €
Phormium tenax	New Zealan Flax	0,60 - 0,80 m	43 €
Sedum	Mauerpfeffer	1 Kg	13 €
Sagina	Moos	1 Kg	21,80 €
Musa velutina	Rosa Zwergbanane	0,50 m	25 €
Livistona chinensis	Chin. Schirmpalme	1,00 m	180 €
Ravenala madagscariensis	Baum der Reisenden	3,50 m	800 €
Fargesia muriela	Bambus	2,00 m	100 €
Cocos nucifera	Cocos-Palme	5,00 m	900 €
Washingtonia robusta	Petticoat-Palme	3,00 m	630 €
Anethum graveolens	Dill	ca. 800 Samen	1 €
Rosmarinus officinalis	Rosmarin	ca. 60 Samen	2 €
Satureja hortensis	Bohnenkraut	ca. 100 Samen	1 €
Majorana hortensis Moench.	Majoran	ca. 200 Samen	1,50 €
Thymus vulgaris	Thymian	ca. 200 Samen	1,50 €
Hypericum perforatum	Johanniskraut	ca. 100 Samen	2 €
Foeniculum vulgare	Fenchel	ca. 150 Samen	2 €
Origanum vulgare	Oregano	ca. 200 Samen	2 €
Lycopersicon lycopersi-cum	Tomaten	ca. 200 Samen	1,50 €
Lactuca	Salad	ca. 200 Samen	1,50 €
Phaseolus vulgaris	Bohnen	ca. 100 Samen	2 €
Solanum tuberosum	Kartoffeln	1 kg	3 €
Beta vulgaris	Rote Beete	ca. 100 Samen	1 €
Daucus carota	Karotten	ca. 200 Samen	1,50 €

Kostenbeträge

Dachfläche: 278 m2 * 30 € = 8340 €

Pflanzen und Bodenverbesserung: 354,46 m2 * 10 € = 3544,6 €

Gesamt: Dachfläche, Pflanzen und Bodenverbesserung = 11884,46 €

2.6. Quellennachweis

www.Palmen im tropischen /subtropischen Klima.de
www.wikimedia.org
www.derkleinegarten.de/800_lexikon/803_gehoelze/bambus.htm
www.lwg.bayern.de
www.bio-gaertner.de
www.platinum-shop.ch
www.lfl.bayern.de
www.forsten.sachsen.de
www.milkandhoneyfarm.com
www.cbg-koeln.de
www.beatrice-frey.de
www.fenchel.ch
www.papagenos.com
www.rausche.de
www.diegruenewelt.de
www.green-24.de
www.uni-ulm.de
www.scharfer Mauerpfeffer-Wikipedia.de
www.sm.perica.on.neobee.net
www.pflanzenfundgrube.net
www.wikipedia.de

3. Wasserversorgung und Wasserausbringung

3.1. Einleitung

Sauberes Trinkwasser ist für die Gesundheit und das Überleben der Menschen, sowie das Leben auf der Erde unerlässlich. Allerdings sind die Wasservorräte begrenzt und ungleich verteilt. 70 % der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, doch von den 1,4 Milliarden m³ Wasser sind rund 97 % Salzwasser. Von den zirka 3 % Süßwasser ist lediglich ein kleiner Teil als Trinkwasser verfügbar, der größte Teil ist in den polaren Eiskappen, in Gletschern, im Boden und in der Atmosphäre gebunden.

Wassergewinnung ist ein wichtiges und umfassendes Thema, aus dem wir uns für das nötigste und einfachste zu realisierende Verfahren entschieden haben.
Es gibt viele Arten Trinkwasser mit Brunnen zu erschließen. Wir haben uns für ein Verfahren entschieden, das leicht zu realisieren, kostengünstig ist und somit als Anschauungsobjekt für Besucher dienen soll.
Durch Bewässerung wird in Gebieten, in denen nicht ausreichend Niederschlag fällt, der Ertrag gesteigert und in Gebieten, in denen kaum Niederschlag zu verzeichnen ist, eine landwirtschaftliche Nutzung überhaupt erst ermöglicht.
Deshalb haben wir für das Projekt „Mediathek in Bassossa“ eine Bewässerungsanlage geplant die erstens wenig kostet, zweitens leicht zu bedienen ist, drittens wenig Wasser verbraucht und viertens leicht nachzubauen ist.

3.2. Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung besteht darin Trinkwasser für das Haus sowie für die Dorfbevölkerung durch einen Brunnen sicherzustellen. Außerdem soll der Brunnen für die Bewässerung der gärtnerisch genutzten Anlagen genutzt werden. Dieses Projekt soll als Anschauungsobjekt dienen, deshalb soll das ganze unter einem übersichtlichen, kostengünstigen und relativ leicht zu realisieren Aspekt zu sehen sein.

3.3 Brunnenbau

3.3.1 Brunnentypen

Bohrbrunnen

Bei dem Bohrbrunnenverfahren wird die Wasser führende Schicht mittels einer vertikalen Bohrung erschlossen. Dabei ist der Bohrbrunnen weitgehend unabhängig von der Tiefe des Grundwasserspiegels. Mit unterschiedlichen Bohrverfahren können Tiefen von mehreren hundert Metern erschlossen werden. Das Bohrverfahren richtet sich nach den Bodenverhältnissen und der Dimensionierung des Bohrloches. Es kann auch in extrem hartes Gestein ein Brunnen gebohrt werden, dabei werden die Bohrrohre mit drehendem, schlagendem oder drehschlagendem Bohren und ggf. mit Spülung vorgetrieben. Bei Sanden, Kiesen, Lehm, Ton oder Mergel muss das Bohrloch verrohrt werden, um es vor einem Zusammenbruch zu schützen. Ist das Gestein standfest, so kann auf eine Verrohrung verzichtet werden. Über das Filterrohr findet das Wasser Zugang in den Brunnen. Gleichzeitig stützt es das Bohrloch gegen das Erdreich ab. Das Filterrohr sollte Widerstandsfähig gegen äußere Einwirkungen sein und vor Versandung des Brunnens schützen. Im Bereich des Filterrohres befinden sich Filtersande und -kiese.

Abb.1: Bohrbrunnen

Rammbrunnen

Diese Brunnenart, auch Schlag-, Norton- oder Abessinierbrunnen genannt, wird mit Schlägen in den Erdboden eingerammt oder eingespült. Dabei dringt das Filterrohr mit einer kräftigen Rammspitze bis in Tiefen von 5 bis 10m vor. Die Ausführung ist jedoch nur in Sand bis kiesigem Lockergestein mit entsprechend hoch liegendem Grundwasserspiegel möglich. Problematisch bei der Erstellung eines Rammbrunnens ist das Durchdringen von tonigen oder lehmigen Schichten. Diese können die Öffnungen des Filterrohres verstopfen und zu niedrigerer Ergiebigkeit des Brunnens führen.

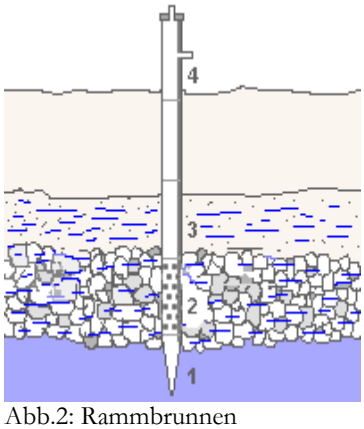


Abb.2: Rammbrunnen
4: Anschlussstutzen für Handpumpe;
3: Stahlrohr;
2: Filterrohr;
1: Rammspitze

Schachtbrunnen

Schachtbrunnen sind die älteste in Deutschland vorkommende Brunnenart. In kleinerer Ausführung auch Kesselbrunnen genannt, haben Schachtbrunnen meist einen Durchmesser von 1 bis 2 m, bis zu 6 m sind möglich. Erstellt wird dieser Brunnentyp entweder in offener Baugrube oder durch Absenkung der Brunnenringe. Dabei sollte der Schacht soweit ins Grundwasser reichen, dass er bei niedrigen Grundwasserständen nicht trocken fällt. Das Wasser tritt über die Sohle und Seitenschlitze in den Brunnen ein. Auf der Sohle und 30 cm hohe Feinkiesschicht aufgetragen. Von großer Bedeutung ist der Schachtbrunnen als Sammelbrunnen von umliegenden Grundwasserfassungen

3.3.2 Begründung für die Wahl des Brunnentypens

Wir haben uns für den Schachtbrunnen entschieden, weil er als Anschauungsobjekt dient und man keine großen Maschinen für den Brunnenbau nach Kamerun liefern kann. Außerdem könnte er als Vorbildfunktion dienen und zum Nachahmen anregen.

Der Vorteil des Schachtbrunnens ist, dass dieser aufgrund seiner großen Wassersammelfläche auch in Gegenden mit wenig Grundwasser gebaut werden kann. Gleichzeitig diente früher ein solcher Brunnen als Vorrats- und Ausgleichsbehälter. Der Bau eines Schachtbrunnens ist allerdings mit erheblichem Arbeitsaufwand verbunden. Jedoch ist der Schachtbrunnen weitaus kostensparender als die anderen Bauarten. Früher wurden Schachtbrunnen entweder mit Holz ausgekleidet oder mit Steinen ausgemauert. Die heutigen Schachtbrunnen werden mit Betonringen ausgestattet.

Abb.3: Altertümlicher Schachtbrunnen

Abb.4: Neuzeitlicher Schachtbrunnen aus Betonschachtringen

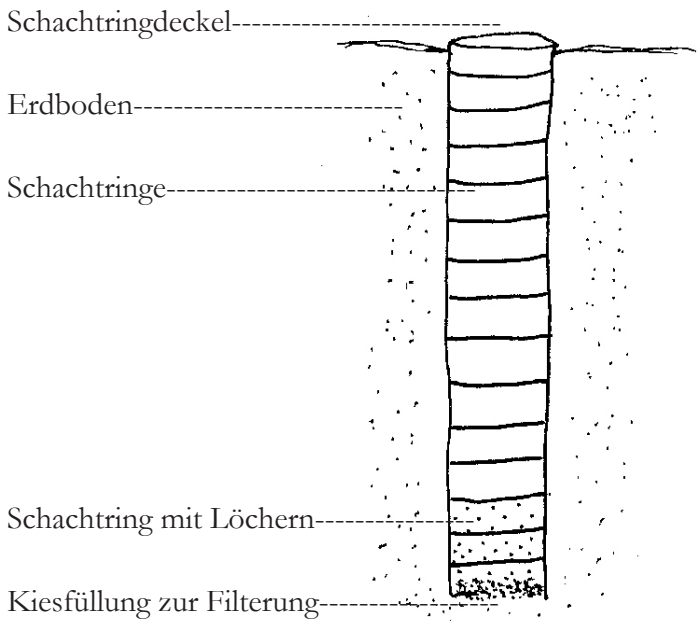


Abb.5: Querschnitts-Skizze eines Schacht-brunnens

3.3.3 Bau der Brunnenanlage

Ausgegangen wird von einer Tiefe von 25 m (laut Aussage von Herrn Dr. Mouafo). Es werden zwei Varianten erklärt, einmal mit fertig gelieferten Betonringen und einmal mit selbst hergestellten Betonringen.

Variante 1 – Brunnenteile werden selbst hergestellt

An Ausrüstung werden zwei mobile Dreibeine benötigt, an denen je eine Seilwinde befestigt wird um die fertigen Ringe aufzusetzen bzw. aus dem Loch heben zu können. Außerdem Rundhölzer zum Fortbewegen der Ringe. Ein Kompressor, der während der Arbeiten im Schacht Sauerstoff nach unten pumpt und mindestens 3 Arbeiter. Ein Arbeiter gräbt im Schacht die Erde ab und zwei weitere Arbeiter bedienen die Seilwinden.

Ausführung:

Der Boden wird an der gewünschten Stelle planiert und der erste Betonring aufgesetzt. Die ersten 3 Ringe sind mit Löchern zum Einfluss von Wasser zu versehen. Die Erde unter dem Ring wird abgegraben, der Ring rutscht nach. Ein neuer Ring wird aufgesetzt und die Erde wieder abgegraben. Wenn in ca. 8 m Tiefe die Luft knapp wird, muss dem Arbeiter mit Hilfe eines Kompressors Luft in den Schacht gepumpt werden, damit es nicht zu Sauerstoffmangel kommt.
Wenn Wasser durch die Löcher in den Schachtring eindringt, wird es mit einer Pumpe abgepumpt und der Boden der Schachtringe zur Filterung des Grundwassers mit Kies aufgefüllt.

Am Ende der Schachtarbeiten wird noch mindestens ein Schachtring über dem Niveau des Erdbodens aufgesetzt. Ein hoher Schutzwall um die Öffnung des Brunnens verringert die Verschmutzung. Schließlich wird das Ganze mit einem geteilten Zementdeckel abgeschlossen.

Das Herstellen der Schachtringe:
Es werden 2 Schalungen gekauft oder selbst hergestellt. Diese werden mit Beton ausgegossen. Nachdem der Beton ausgehärtet ist wird die Schalung entfernt und neu aufgefüllt

alternativ kann die Form der Schachtringe in den tonhaltigen Boden gegraben und mit einer Trennlage ausgestattet werden. In die Mitte wird eine aus Holz gefertigte Trennwand eingelassen und mit Beton ausgegossen. Beim Aushärten der Ringe werden noch zwei Steigeisen aus Stahl eingesetzt an denen der Ring in die Höhe gehoben werden bzw. der Arbeiter der im Schacht arbeitet hinaus steigen kann.

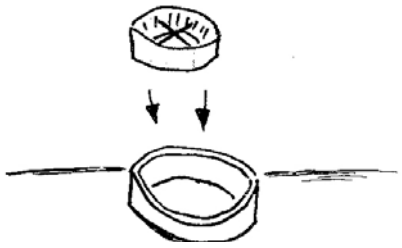


Abb.6: Prinzipskizze der Herstellung der Ringe

Die Ringe werden aus dem Loch mit Hilfe eines Dreibeins gehoben wenn er in der Luft hängt werden 2 Planken über das Loch gelegt. Auf diese Planken werden nun Rundhölzer gelegt, der Ring wird runter gelassen und auf den Rundhölzern zu dem Brunnen geschoben. Dort angekommen wird dieser wieder mit Hilfe des Dreibeins hochgehoben und auf den schon eingebauten Schachtring gesetzt.

Abb.7: Prinzipskizze des Verschiebens der Ringe

Zusammensetzung des Betons:

Für den Beton empfiehlt sich eine Zusammensetzung von: Wasser, Zement (CEM II = Portlandkompositzement, Festigkeitsklasse: 32,5R) und Kies (0/16 mm)

Materialbedarf für Schachtringdeckel ca. 0,14 m3 Beton pro Stück und für den Schachtring ca.0,13 m3 Beton pro Stück ca.

Variante 2 - Brunnenfertigteile werden geliefert

Das Einbauverfahren deckt sich mit dem der Variante 1, jedoch sind die Kosten erheblich höher, da die verschiedenen Elemente hergestellt und geliefert werden müssen.

Kosten für Fertigteile:

	Lichte Weite	**Höhe**	**Wandstärke**	**Gewicht**	**Anzahl**	**Preis €**	**Preis €**
	in mm	in mm	in mm	in kg		Netto pro Stk.	Netto
Schachtringdeckel	1500	begehbar		415	1		
			80				**173,74**
Schachtring	1500	500	90	560	46	77,11	
Mit Falz							**3547,06**
Sickerring	1500	500	90	490	4	72	
mit Falz							**288**
Gesamt Kosten	Schachtringdeckel + Schachtring (46 Stk.) + Sickerring (4 Stk.) =						**4008,8**

(Preis 2008 laut www.beton-bernreder.de)

3.3.4 Fazit

Wir empfehlen die Variante 1, da diese sehr kostengünstig und am einfachsten zu bewerkstelligen ist. Außerdem kann diese am einfachsten von anderen Dorfgemeinschaften nachgebaut werden. Die Materialien zum Gießen der Schachtringe müsste man entweder in Deutschland bestellen oder (und außerdem besser) man verwendet einheimische Materialien.
Die Kosten würden dann ungefähr betragen:

3500 € für den Brunnen
+**2000 €** für die Handpumpe
+**2000 €** für die Solarpumpe
+**1000 €** für Windgenerator
8500€ insgesamt

3.3.5 Handpumpe

Abb.8: Handpumpe

Da der Brunnen tief ist, muss man eine Tiefbrunnenhandpumpe (Kolbenpumpe) nehmen. Unter www.abwshop.de findet man eine geeignete Pumpe die das Wasser aus bis zu 45m Tiefe nach oben befördern kann, sie heißt Tiefbrunnenhandpumpe FSH-L. Allerdings hat diese Pumpe auch einen Preis von **2088.45 € netto**. Man kann sicher auf Nachfrage bei verschiedenen Herstellern noch ein etwas günstigeres Angebot finden, aber dies war die einzige die wir in verschiedenen Katalogen gefunden haben.

3.3.6 Solarpumpe

Bei der Brunnenfördertechnik haben wir uns für ein Solarpumpensystem für Tiefbrunnen von SUNSET entschieden, da es kein Netzanschluss benötigt, keine aufwändige Verkabelung notwendig ist und es automatisch funktioniert. Das System besteht aus einer Solartiefbrunnenpumpe STP70, einen Windgenerator WG913 und aus zwei Solarmodulen TWIN75, die evtl. auch weggelassen werden können wenn, der Strom ausreichend zur Verfügung steht. Ergänzt wird das System durch eine Handschwengelpumpe, die selbst dann noch funktioniert wenn das System ausfällt.

3.4 Verfahren der Bewässerung

Allgemein unterscheidet man vier verschiedene Bewässerungsverfahren:
- Oberflächenbewässerung
- Unterflurbewässerung
- Beregnung
- Tropfenbewässerung

3.4.1 Oberflächenbewässerung

Die Oberflächenbewässerung ist das älteste Bewässerungsverfahren. Vor 4000 - 5000 Jahren wurde durch dieses Verfahren schon in den Trockengebieten Asiens und am Nil bewässert. Bei der Oberflächenbewässerung wird Wasser auf die zu bewässernde Fläche geleitet und bildet entweder eine Boden bedeckende Schicht (Reisanbau) oder wird in Furchen o.ä. geleitet, wo es dann den Boden durchfeuchtet.
Die Oberflächenbewässerung ist zwar baulich das einfachste Verfahren und somit in der Erstellung einer Anlage das günstigste, jedoch beträgt hier die Effizienz nur 40 % bis 50 %. Weiterhin muss das Gelände eben sein, was in einigen Fällen intensive Planierarbeiten notwendig macht.

Die folgende Abbildung zeigt den Querschnitt einer Beckenbewässerung, eine häufig angewandte Form der Anstau-Bewässerung. Dabei wird über einen Zuleitungskanal das Wasser an die Pflanzenbeete über das natürliche Gefälle herangebracht. Über Durchbrüche gelangt das H2O an die Kulturen. Die Anstauhöhe wird durch die Höhe der umgebenden Dämme geregelt. Hinüberströmendes Wasser wird zur Wiederverwendung in einem Drängraben gesammelt.

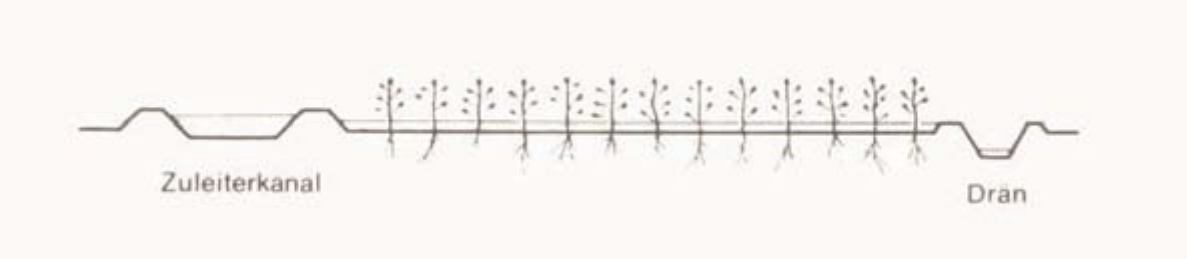


Abb.9: Beckenbewässerung (aus WITHERS, 1978)

3.4.2 Unterflurbewässerung

Die Unterflurbewässerung ist ein Verfahren, bei dem die Bewässerung unterirdisch stattfindet. Wichtigste Voraussetzung ist das Vorhandensein einer wenig durchlässigen Schicht im Unterboden und einer gut durchlässigen Schicht im oberen Bodensegment.
Der Boden wird entweder durch eine Anhebung des Grundwasserspiegels oder durch unterirdische Bewässerung mit einem Rohrsystem durchfeuchtet. Man geht in diesem Fall von einer im Vergleich zur Oberflächenbewässerung gesteigerten Wassernutzungseffizienz aus. Dieses Verfahren hat jedoch eine hohe Versalzung zur Folge, da Salze aus dem Boden gelöst werden und nach oben, an die Oberfläche transportiert werden und dort durch Verdunstung des Wassers eine regelrechte Salzkruste bilden.

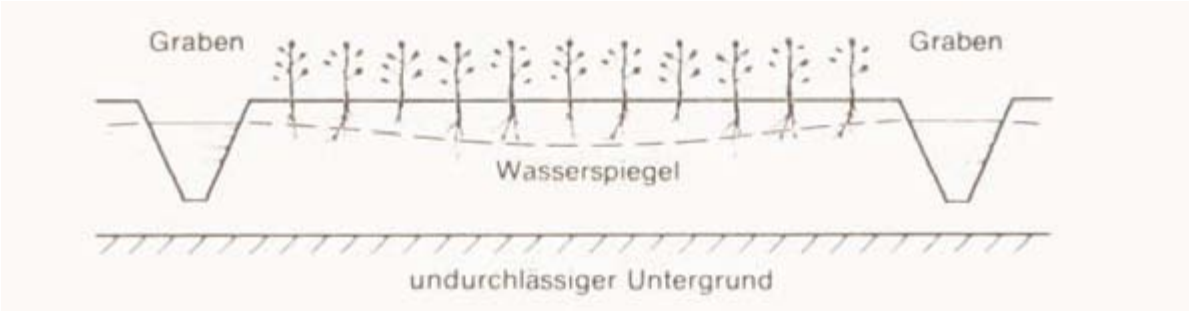


Abb.10: Unterflurbewässerung (aus WITHERS, 1978)

3.4.3 Beregnung

Bei diesem Verfahren gelangt Wasser über ein Leitungssystem zu Regnern, die das Wasser dann, normalem Niederschlag sehr ähnlich auf dem Feld verteilen. Vorteile dieses Verfahrens sind eine gute Wassernutzungseffizienz von 60%-70% und die Möglichkeit nahezu jede Kulturpflanze auf diese Art und Weise zu bewässern. Nachteilig wirken sich die hohen Kosten der Installation und der hohe Bedarf an Fachkräften, zur Bedienung der Anlage aus.

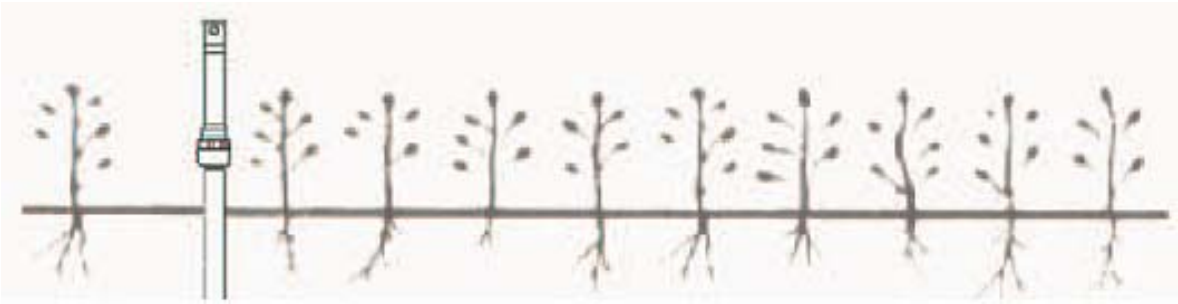


Abb.11: Ortsfeste Beregnungsanlage (nach AFCEE, 1998)

3.4.4 Tropfenbewässerung

Die Tropfenbewässerung bietet die höchste Wassernutzungseffizienz (80%-90%), jedoch sind die Installationskosten höher als bei der Beregnung. Bei diesem Verfahren werden ober- oder unterirdische Leitungen, meist Kunststoffrohre, verlegt. Sie besitzen eine Vielzahl an kleinen Öffnungen, durch die dann Wasser tropfenweise an die Pflanze abgegeben werden. Mögliche Kulturarten sind in diesem Fall eher die, die in Reihenform angebaut werden(Obst, Wein etc.).

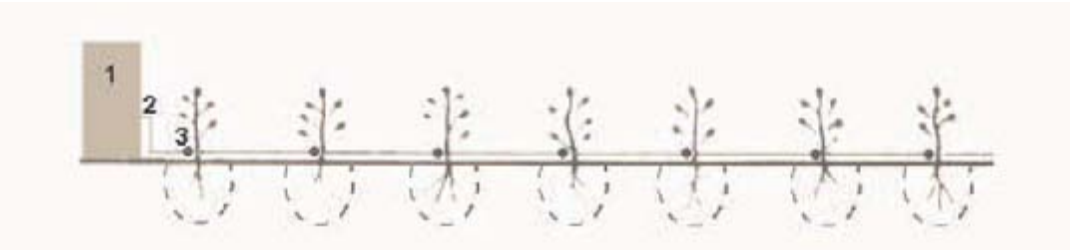


Abb.12: Oberirdische Tropfbewässerung 1=Steuereinheit, 2=Tropferleitung,3=Tropfer (GRUDZINSKI, 2003)

Bei den Verfahren der Oberflächen- und Unterflurbewässerung sind die technischen Anforderungen eher nebensächlich, da nur sehr einfache technische Komponenten eine Rolle spielen. Anders ist dies bei den Verfahren der Beregnung und der Tropfenbewässerung, da hier die gesamten technischen Komponenten der Anlage aufeinander abgestimmt sein müssen. In den wasserarmen Gebieten Afrikas, ist die Tropfenbewässerung durch die hohe Wassernutzungseffizienz zu empfehlen.

Variante 1:

Für eine in sich abgestimmte Bewässerungsanlage bietet die Firma RAINBIRD Schläuche mit Tropfkörpern die zusammen mit einer Solarpumpe ein System bilden, welches ein gleichbleibendes Tropfbild hat. Aber durch die technischen Komponenten eine Anfälligkeit darstellt und auch geschultes Bedienpersonal benötigt. Diese Variante ist wohl die Kosten intensivere

Variante 2:

Die einfachste Lösung wäre eine selbstgebaute Bewässerungsanlage, bestehend aus einem Wasserfass mit einem Gartenschlauch, in den Löcher hineingebohrt werden. Die Steuerung läuft über einen Wasserhahn. Das Wasserfass wird mit einer Pumpe befüllt. Der Vorteil des Systems ist, das selbst beim Ausfall der Pumpe das Fass von Hand befüllt werden kann. Sicher ist das Tropfbild hier nicht so gleichmäßig wie bei der Variante 1 von der Firma RAINBIRD, aber es hat eine höhere Wassernutzungseffizienz als die Wasserausbringung mit der Gießkanne oder die Beregnung. Die Unterhaltung der Anlage kann auch durch Laien ausgeführt werden.

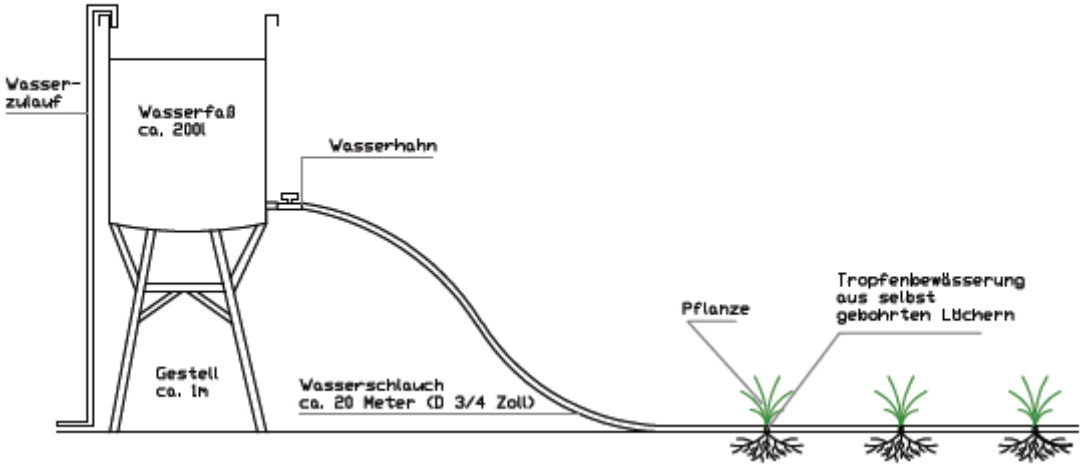


Abb.13: Prinzip Tropfenbewässerung

3.4.5 Kostenermittlung

Kostenermittlung für die selbst gebaute Tropfenbewässerungsanlage

Die Berechnungen beziehen sich auf Berliner Verhältnisse und berücksichtigen nicht die Kosten für Werkzeuge.

Wasserfass	ca. 50€
Wasserhahn (5Stk)	ca. 50€
Wasserschlauch (5Stk.)	ca. 100€
Summe	ca. 200€ für ein Beregnungskreislauf.
Gesamtsumme	ca. 600€.

Es befinden sich 3 Wasserfässer auf dem Grundstück, von dem dann mehrere Wasserschläuche abgehen (je nach Bepflanzung).

Kostenermittlung für die automatische Bewässerungsanlage

Die zu bewässernde Fläche beträgt ca. 300m². Entnommen wurden die Werte einer Planzeichnung von Dr. Moufo. Laut Aussagen von erfahrenden Anwendern beträgt der Durchschnittswert 10€/m². So ergibt sich ein Gesamtbetrag von ca. 3000€.

3.5 Quellennachweis

SUNSET Solar
Christian-Albrechts-Universität Kiel - Referent: Schröder Enno
Abb. 1: Wikipedia - Bohrbrunnen
Abb. 2: Wikipedia - Rammbrunnen
Abb. 3: www.alemannia-judaica.de/wachbach_synagoge.htm
Abb. 4: home.arcor.de/.../DCP_1712-30.jpg
Abb. 5: Handzeichnung der Gruppe Brunnenbau
Abb. 6: Handzeichnung der Gruppe Brunnenbau
Abb. 7: Handzeichnung der Gruppe Brunnenbau
Abb. 8: www.abwshop.de/.../handschwengel_fsh-l.xhtml
Abb.9: Beckenbewässerung (aus WITHERS, 1978)
Abb.10: Unterflurbewässerung (aus WITHERS, 1978)
Abb.11: Ortsfeste Beregnungsanlage (nach AFCEE, 1998)
Abb.12: Oberirdische Tropfbewässerung (GRUDZINSKI, 2003)
Abb.13: Prinzip Tropfenbewässerung Mecke 2008

4. Wasserrückhaltung und Gewinnung

4.1 Standort der Zisterne

Abb.1: Planzeichnung Dr. Mouafo, eingetragener Standort der Zisterne (schwarzes Rechteck) (Wolf/Boskovski)

Der Standort der Zisterne wurde von uns zentral im Innenhof des Gebäudes festgelegt. Gestalterisch haben wir uns von der historischen Bauweise einer Atriumzisterne inspirieren lassen. Durch die oberirdisch angeordnete mechanische Schwengelpumpe, die gestalterisch durch Pflasterungen, wie etwa einem gemauerten Tropfauffang, hervorgehoben werden kann, wird die thematische Ausrichtung des Lernortes betont.
Besonders deutlich wird dieser Aspekt, wenn man sich die Vorderansicht des Gebäudes im Endzustand vergegenwärtigt. Das Dach weist photovoltaische Nutzelemente auf, im Innenhof weist die Schwengelpumpe auf den für die Region wichtigen Aspekt der Wassergewinnung hin.

Technisch gesehen weist der Standort zentral im Gebäude ebenfalls Vorzüge auf.
Das Wasser von den Dachabläufen kann material- und somit auch kostensparend mit kurzen unterirdischen Leitungen zum Auffangbecken geleitet werden. Ebenfalls gibt es einen möglichst kurzen Verbindungsweg zum Hauswasserwerk, die aufzubringende Pumpenleistung verringert sich.

Die Zisterne weist drei Verbindungen zu anderen Bauwerken, bzw. technischen Einrichtungen auf. Sie wird in Trockenperioden durch eine Verbindung zum Brunnen nachgespeist, ein Filterwerk übernimmt die Vorfilterung des im Vergleich zum Regenwasser gesehen etwas unsauberen Grundwassers. Zum anderen versorgt sie das Hauswasserwerk im Gebäudeinneren mit Nutzwasser. Sie versorgt ebenfalls die Bevölkerung mit Trinkwasser, als Pumptechnik fungiert das Hauswasserwerk, welches das Wasser zu einer weiteren öffentlich zugänglichen Entnahmestelle im Innenhof leitet.

4.2 Dimensionierung der Zisterne

Anfallende Niederschlagsmengen: (alle angegebenen Niederschlagswerte stammen von dem Deutschen Wetterdienst (DWD)/ Global Precipitation Climatology Centre (GPCC))

Ermittelt haben wir die Dachgröße anhand eines Din A4- Ausdrucks der CAD-Zeichnung der Mediathek, die uns Dr. Mouafo zur Verfügung gestellt hat. Anhand der vorgegebenen Bemaßungen gelangten wird zu einem Umrechnungsfaktor von 1,96, der es uns ermöglichte, die Dachfläche in geometrische Figuren zu gliedern, und zu einer Gesamtflächengröße aufzuaddieren. Z.B. entsprach einer ausgewiesenen von 29 Meter eine abgemessene Länge von 14,8 cm. Diese mit 1,96 multipliziert, ergibt 29.)

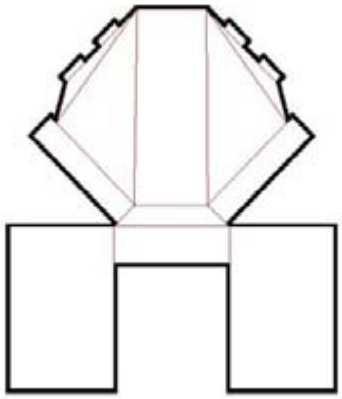


Abb.2: Cad-Zeichnung Boškovski
Gliederung der geometrischen Figuren zur Berechnung.

Bei einer Dachgrösse von 278 m² fallen
im Minimum:
2.000 mm Niederschlag * 1,0 Abflussbeiwert * 278,00m² = 556.000,00 m³ pro Jahr

und im Maximum:
11.000 mm Niederschlag * 1,0 Abflussbeiwert * 278,00m² = 3.058.000,00 m³ pro Jahr
(Abflussbeiwert = Der Wert, der durch die Bauweise des Daches zurückgehalten wird; um den sich die Menge verringert. Bei der Berechnung haben wird den Faktor 1 angesetzt, da nur bei vollkommen trockener Vegetation der Dachbegrünung zeitlich begrenzt eine Minderung auftritt. Bei Sättigung der Vegetationstragschicht wird das anfallende Regenwasser ohne Minderung über die Dachabläufe abgeleitet werden.)

über das Jahr gesehen an.
Um die gesamten, eventuell anfallenden Regenwassermengen auffangen zu können, müsste die Zisterne folgende Größen aufweisen:

Minimal:
14 Meter * 14 Meter * 3 Meter = 588 m³ oder 588.000 Liter
Maximal:
32 Meter * 32 Meter * 3 Meter = 3.072 m³ oder 3.072.000 Liter
(etwas größer gewählte Formen sind notwendig, um einen Bereich für die Sedimentation vorzusehen, und um die wasserreinigenden Bakterien durch eine immer im Tank verbleibende Wassermenge am Leben zu erhalten.)

Aufgrund der Begrenzung des Geländes, der zur Verfügung stehenden Flächen unter Berücksichtigung der zu verwirklichenden Nutzungsvorgaben kam eine Baugröße, die das Minimum der zu erwartenden Niederschlagsmengen fassen würde, nicht in Betracht.

Wir entschieden uns für eine Baugröße, die ein Maximum von 60 m³ fassen kann.
Bei der Vorgabe einer möglichen täglichen Entnahme von 5.000 Litern durch die Bevölkerung ist diese Baugröße ein Garant für die Versorgung. Das etwas übersteigende Volumen garantiert, dass kein sedimentangereichertes Wasser gefördert wird, und die nutzbringenden Bakterien, die sich im Zisternenwasser ansiedeln, nicht durch eine vollkommene Trockenlegung gefährdet werden.

Die für dieses Projekt angedachte Zisternengröße umfasst:

4 Meter * 5 Meter * 3 Meter = 60 m³
dies entspricht: 60.000l Wasserspeicherung in der Zisterne

4.3 Bauweise der Zisterne

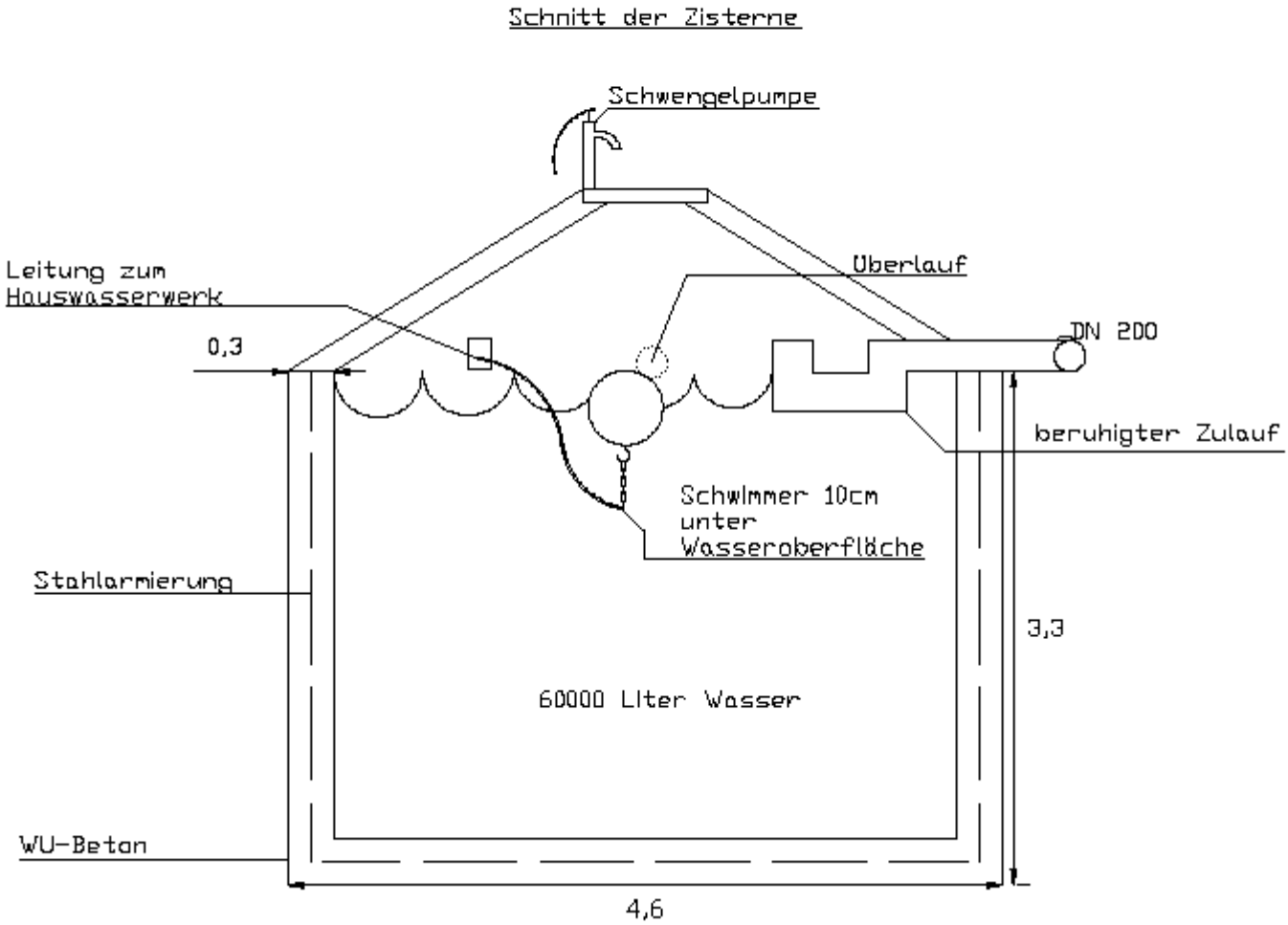


Abb.3: CAD-Zeichnung Julia Wolf: „Weiße Wanne“ aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton)

Bei der weißen Wanne sind aufgrund ihrer Konstruktion keine zusätzlichen Dichtungsbahnen erforderlich. Bodenplatte und Außenwände werden als geschlossene Wanne aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 hergestellt. Diesen Beton nennt man auch wasserundurchlässigen Beton oder WU-Beton. Für die Herstellung der Bauwerke wird auf die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton" des DAfStb verwiesen. Errichtet wird die weiße Wanne üblicherweise entweder aus Ortbeton mit Systemschalung oder aus vorgefertigten Elementwänden (Dreifachwänden). Bei diesem Projekt wird die Bauweise mittels Ortbeton mit Systemschalung vorausgesetzt. Vom Planer ist in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. in Abhängigkeit von der Funktion und der angestrebten Nutzung eine Nutzungsklasse A oder B festzulegen.

Bei der angestrebten Nutzung als Trinkwasserreservoir ergaben sich folgende Nutzungs-/ Beanspruchungsklassen:

- **Nutzungsklasse A:**
  - Wasserdurchtritt in flüssiger Form ist nicht zulässig.
  - Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt sind auszuschließen.

- **Beanspruchungsklasse 1:**
  - Drückendes Wasser von außen, oder innen (…)

Die Bauteildicke richtet sich nach den statischen Erfordernissen – zu beachten ist hierbei allerdings, dass mit zunehmender Bauteildicke auch die Zwangsbeanspruchung wächst und mehr Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten erforderlich wird. Bei Beanspruchung durch Druckwasser haben sich für Sohlplatten Dicken von 25 cm, bei Stahlbetonwänden 15- 30cm bewährt.

Die Auswahl eines geeigneten Betons trägt ebenfalls zur Vermeidung von Rissen bei. Für Ortbeton sind entscheidende Eigenschaften ein geringes Schwindmaß und ein hoher Widerstand gegen eindringendes Wasser sowie die Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärme. Für WU-Beton legt DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 für Bauteildicken bis 40 cm folgende Werte fest:

- Mindestbetondruckfestigkeit: C 25/30
- Maximaler Wasserzementwert: 0,60

Fehlstellen sind bei der weißen Wanne relativ leicht lokalisier- und reparierbar, da die Fehlstelle in der Regel der Ausbesserungsstelle entspricht. Sie werden von der Gebäudeinnenseite durch Verpressen abgedichtet. Kleinere, anfänglich durchfeuchtete Risse im Beton schließen sich unter bestimmten Voraussetzungen auch durch die so genannte Selbstheilung des Betons. Im Wesentlichen wird sie durch die Bildung von Kalkstein hervorgerufen, unterstützt durch eine weitere Hydratation des Zementsteins.

4.3.1 Alternativ-Bauweisen

„In-Reihe-Schaltung“

mit Überläufen von fünf 12,5 m³-Zisternen aus Fertigbetonteilen, wie beispielsweise denen des Herstellers Schwenker (Standard 12500 Liter).

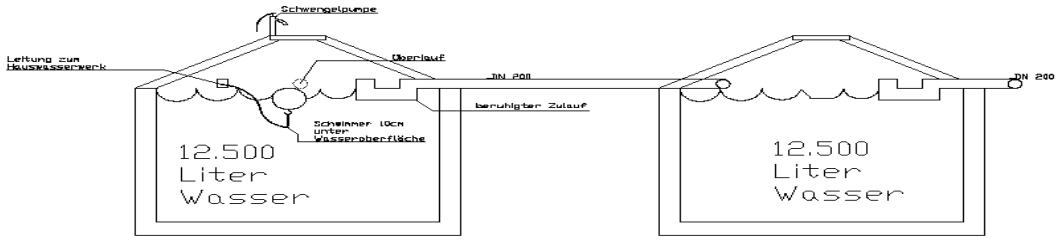


Abb.4: CAD-Zeichnung Wolf/Boškovski

Ziegelbauweise mit wasserdichtender Innenverputzung

Aufmauerung von Ziegeln und anschließendem Verputz und Dichtung mit wasserabweisendem Putzmaterial, sowie Dichtschlämmung der Übergänge zwischen vertikalen und horizontal angelegten Bauteilen.

Unsere Entscheidung zu der Bauweise mittels Verschalung und vor Ort eingebrachtem WU-Beton begründet sich auf folgenden Überlegungen:

Begründung für die Bauweise

- Es ist die bautechnisch beste Lösung in Hinblick auf die Förderung von sauberem Wasser.
- Es ist die vergleichsweise billigste Lösung, wenn man bedenkt, dass die Ziegelbauweise in der Praxis schwer abzudichten ist, und in der Folge Kosten für Reparaturen, Ausbesserungen anfallen würden.

Als sehr kritisch zu bewerten ist ein möglicher Wasseraustritt bei mangelnder Bauausführung bei der Ziegelbauweise aus der Zisterne in Hinblick auf den Standort der Zisterne. Bei Unterspülung der Bausubstanz wäre nicht allein das Fundament der Zisterne betroffen, sondern auch die bauseitig örtlich nahen Fundamente des Gebäudes.

4.4 Pumpentechnik

Bei der Entscheidung zusätzlich zur Entnahme des Wassers über das Hauswasserwerk eine Pumpe einzusetzen, haben wir uns für eine über Generationen bewährte Technik entschieden. Eine Schwengelpumpe ist nahezu wartungsfrei und ist intuitiv zu bedienen. Dennoch weisen moderne Schwengelpumpen eine hohe Fördermenge auf. Sie könnte zur Not also, bei vollkommenem Ausfall der elektrisch betriebenen Elemente, die Fördermenge von 5000 Litern, die von der Dorfbevölkerung schätzungsweise entnommen wird, pro Tag leisten. Bei einer Fördermenge von 28 Litern pro Minute bräuchte die Schwengelpumpe nur 3 Stunden am Tag betrieben werden, um den täglichen Bedarf zur Verfügung zu stellen.

Abb. 4: Produkt der Firma Oikoartec

Handschwengelpumpe SD 75/ Saug- und Druckpumpe für bis zu 2,5 bar Druck. z.B. von der ABW oikoartec GmbH; D-12435 Berlin
Beschreibung: Hochwertiger PVC Spiralsaug- und Druckschlauch, geeignet für Regenwassernutzung.

Vollkommen geschlossene Handschwengelpumpe mit Ständer zum Ansaugen und Erzeugen eines Pumpendruckes von 2 bis 2,5 bar.

Technische Daten:
- Anschluß:11⁄4"
- Saughöhe: bis 7m
- Leistung: 28 L/min. bei 40 Hüben: /min
- Kolben:-ø 75mm
- Temperaturbereich: -5 bis 43°C
- Vakuum: 900 mbar (bei 23°C)
- Betriebsdruck: 25 mm (1 Zoll) max 6 bar

4.5 Kostenermittlung

Alle Preise spiegeln das bundesdeutsche Mittel der Marktpreise wieder.
Bei der Alternativbauweise mit Betonfertigteilen würden sich die Materialkosten um 54,71 % erhöhen. Nicht ermittelt wurden Frachtkosten, und Transport von der Küste ins Landesinnere.
Der reine überschlägige Materialkostenanteil würde **10.913,00 €** betragen (Bezogen auf das Angebot der Schwenker Tankeinbau GmbH für 5 Fertigbetonteilzisterne mit einem Nennvolumen von 12,5 m³ mit einem Einzelpreis von 2.100 € und den Kosten für die Schwengelpumptechnik).

Pumpentechnik:

• Handschwengelpumpe SD 75		405,00 €
• Saug- und Druckschlauch Typ 1	je Meter 3,81 * 2	8,00 €
Beton (WU-Beton)	pro m³ 115,00 €	4.140,00 €
(Normaler WU-Beton hat einen Zuschlag von ca. 2€/qcm)		
Stahlmatten (R443-Matten)	pro Tonne	390,00 €
(Zur Bewehrung des Betons)		
insgesamt:		**4.943,00 €**
	ungefähr	**5.000,00 €**

4.6 Quellennachweis für technische Daten und Preisangaben

Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)
Deutscher Wetterdienst
- Zentrale -
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach

Lohmeyer, Ebeling 04/2007
Weiße Wannen - einfach und sicher
Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton
Herausgeber: Verlag Bau + Technik

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)
im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)
Stand November 2007

Anders Bauen und Wohnen (ABW)- oikoartec GmbH;
Am Treptower Park 44; D-12435 Berlin

TBI GmbH & Co. KG Betonwerke
Baggerweg 11 - 85051 Ingolstadt

Bundesverband Materialwirtschaft; Einkauf und Logistik
Bolongarostrasse 82
65929 Frankfurt

Gerhard Schwenker Tankeinbau
Liebelsberger Weg 9
75387 Neubulach

5. Abwassertechnik und Wasserreinigung

5.1 Vorbemerkungen

Im Verlauf der Erstellung dieser Ausarbeitungen wurde besonderes Augenmerk auf das Wecken des Interesses, das Verstehen und den Nachbau entsprechender Anlagen in Kamerun gelegt. Gleichfalls sollten wiederum heimische Materialien Verwendung finden, damit sich private Haushalte die Errichtung leisten können. Wartung und Reparatur sollte möglichst ohne größeren Aufwand möglich sein.
Darüber hinaus wurden Erkenntnisse aus aller Welt, d.h. nicht nur aus Deutschland, ausgewertet. In der Summe des bisher recherchierten Materials entwickelten wir folgendes Schema:

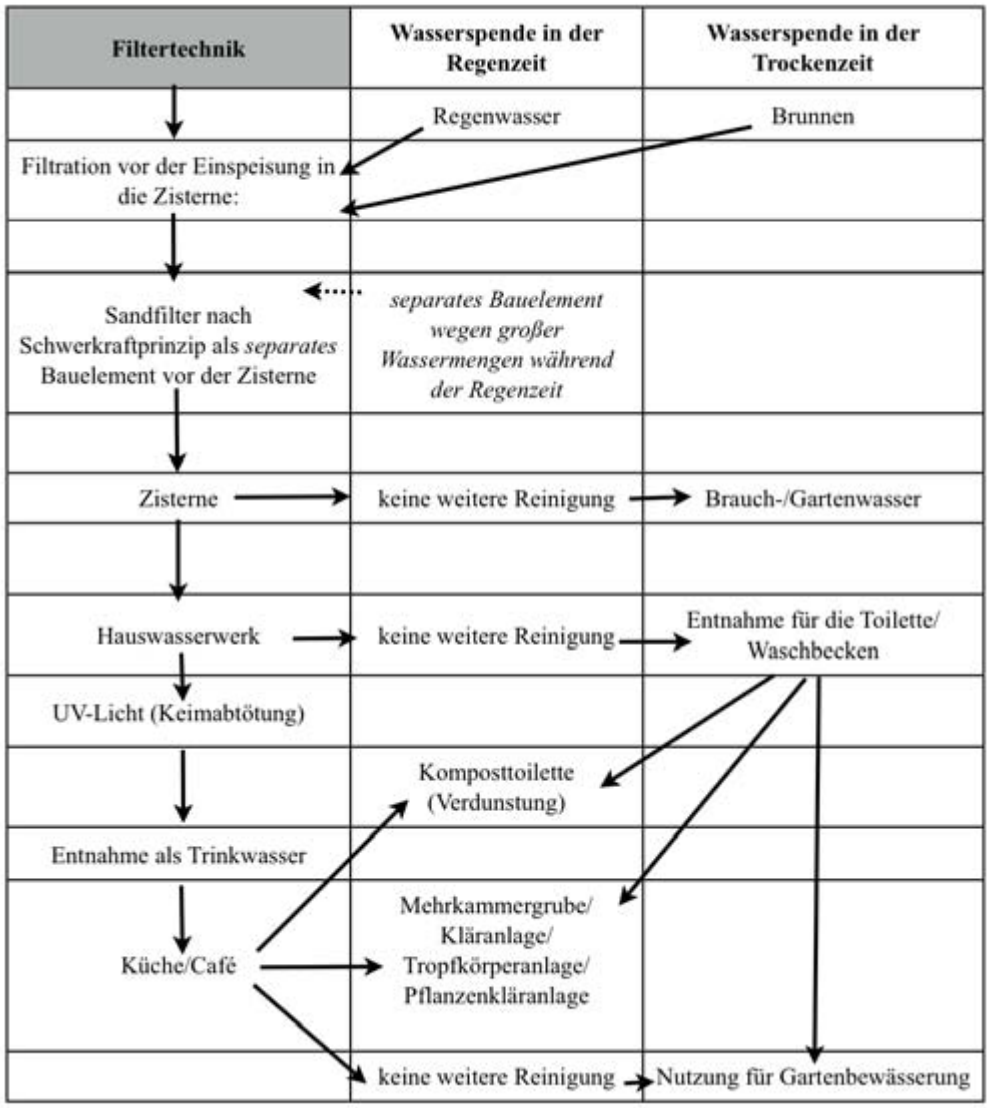


Abb.1: Schema Filtration und Wasserreinigung / Dennis Talartsik + Detlef Fischer

5.2 Filtration

Der Bau eines separaten Filterwerkes wird aus folgenden Gründen empfohlen:
• bessere Demonstration der Reinigungstechnik,
• vereinfachte Wartung (Sandaustausch),
• große Wassermengen bei stärkeren Regenfällen können bewältigt werden,
• beruhigter Zustrom in die Zisterne, da Notüberlauf schon im Filter (Ableitung in eine externe Versickerungsanlage).

Der Bau der Filteranlage aus Betonelementen (Brunnenringe) und Quarzsand für die Filtrierung ist mit den vor Ort befindlichen Mitteln sehr einfach möglich.

Das zu filtrierende Wasser stammt im Rahmen unseres Projektes von der Dachfläche der Mediathek während der Regenzeiten bzw. aus einem Brunnen in der Trockenperioden. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass das Regen- bzw. Brunnenwasser nur über eine Filteranlage in die Zisterne gelangen sollte.
Beide Wasserarten gelten gemeinhin als sauber, so dass nur noch eine minimale Reinigungsleistung erforderlich ist. Grobe Verunreinigungen werden schon im Filtervlies des Dachaufbaus und den Dachabläufen oder im Filter vor der Brunnenpumpe zurückgehalten. So sind lediglich Blütenpollen, Staub und andere Feinpartikel zurückhalten. Mittels Sedimentation wird in der Filteranlage eine Anlagerung der feinen Teilchen an den Filtersand und demzufolge die Reinigung des H_2O vor der Einleitung in die Zisterne erreicht.
Die positive Wirkung der in Wasserbehältern über 800 l nachgewiesenen Mikroorganismen auf die Reinhaltung von Zisternenwasser soll über die ständige Einleitung von Wasser entweder vom Dach oder aus dem Brunnen und die ständige Wasserführung im Filterbehälter erhalten werden.
Nachstehend beschriebener Sandfilter beruht auf den angewandten Regeln der Technik zur Aufbereitung von Wasser für Schwimmanlagen. Wasser für Badegewässer hat in der BRD so sauber zu sein, dass die Trinkmenge eines Kleinkindes zum Durststillen bei diesem nicht zu Durchfällen führt (DIN 19643-1).

5.3 Langsam-Sandfilter (Sedimentfiltration)

Bei der Langsamfiltration wird ohne den Einsatz weiterer technischer Anlagen, das Wasser auf schonende Weise von Trübstoffen befreit. Diese Filteranlagen bestehen aus einem Behälter, welcher im inneren über einen zweischichtigen Aufbau das Wasser reinigt.

Das Herzstück des Filters ist die ca. 70 bis 120 cm starke Filterschicht aus Quarzsand (0,5/1mm). Unterhalb dieser Filterschicht befinden sich (in einer Kies-Stützschicht verlegt) Dränagerohre, welche an das Steigrohr (vertikales Rohr) angeschlossen sind. Das Steigrohr führt nach oben, bis kurz über Oberkante der Sandschicht nach außen in einen Speichertank.

Die Funktionsweise des Langsam-Sandfilters ist einfach:

Anfallendes Regen- oder Brunnenwasser wird in den Filter eingeleitet und sammelt sich allmählich. Der Druck, welcher durch die immer größer werdende Wassersäule entsteht, drückt das Wasser durch die Sandschicht nach unten. Über die Dränagen wird das gefilterte Wasser ins Steigrohr geleitet, wieder nach oben gedrückt und in die Zisterne geleitet.

Da diese Filter eine geringe Filtergeschwindigkeit besitzen (0,1-0,3m/h), müssen sie groß angelegt werden, um einen gewünschten Durchsatz zu erreichen. Um die Durchsatzleistung positiv zu beeinflussen, braucht es einen hohen Druck von oben (Wassersäule). Projektbezogen empfehlen wir die Nutzung von 7 Brunnenringen mit einer Gesamtbauhöhe von 3,50 m und einer lichten Weite 1500 mm. Die resultierende Wassersäule beträgt 2,20 m (0,22 bar).
Bei Tests an verschiedenen Modellen mit unterschiedlichen Schichtaufbauten und diversen Materialien konnten wir durch die erhöhte Wassersäule eine deutlich verbesserte Filtergeschwindigkeit feststellen.

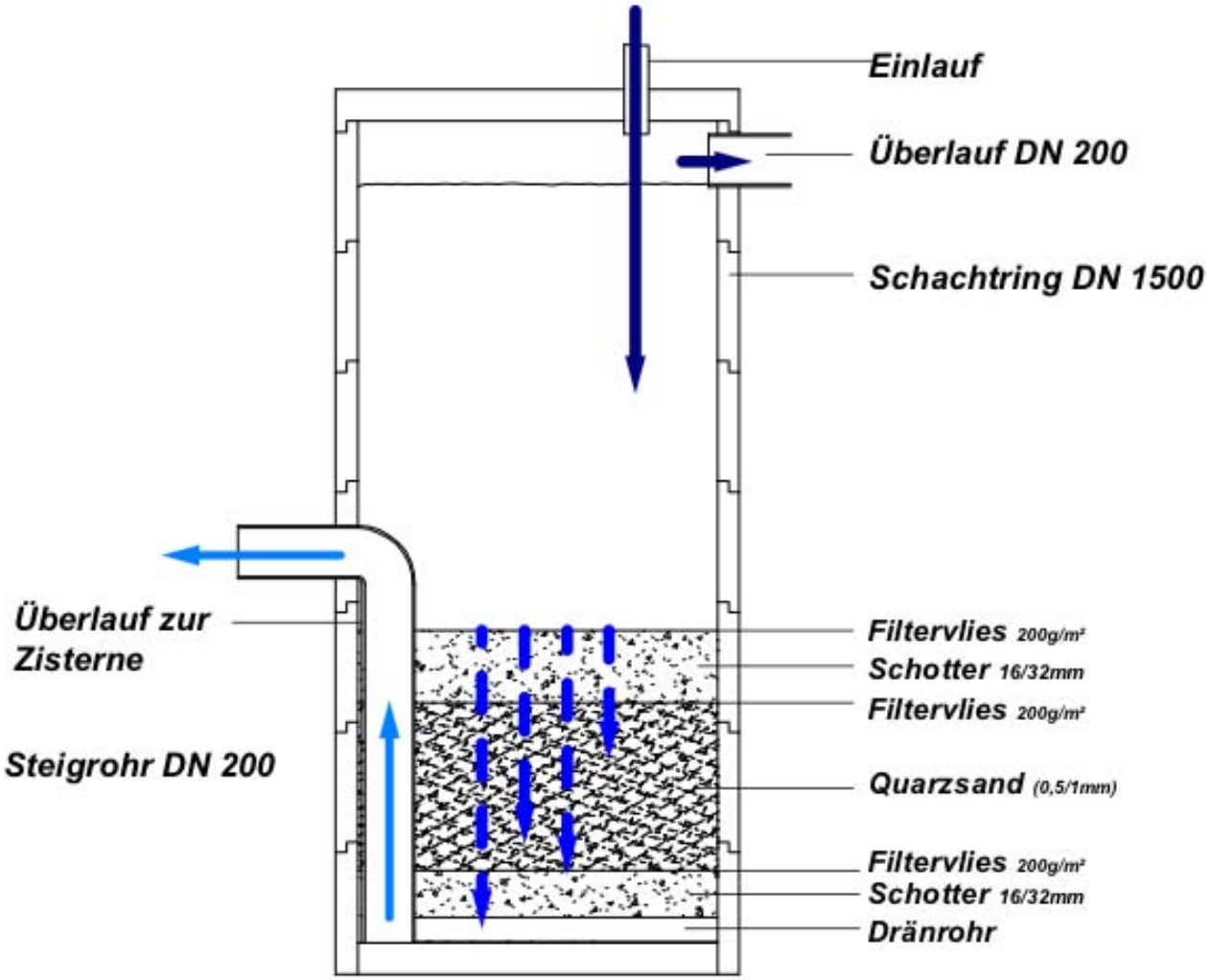


Abb.2: Schnitt + Prinzip Langsam-Sandfilter, Entwurf Dennis Talartsik 2008

5.4 Kostenschätzung der Filteranlage

Kosten Filtermaterialien:

Quarzsand	ca. 720 Euro
Schotter	ca. 10 Euro
Filtervlies	ca. 20 Euro

Kosten Rohre und Anschlüsse:

ca. 200 Euro

Kostenschätzung analog zu Brunnenringen (Fertigteilen):

	Lichte Weite in mm	**Höhe in mm**	**Wandstärke in mm**	**Gewicht in kg**	**Anzahl Stück**	**Preis € Netto**
Schachtringdeckel	1500	begehbar	80	415	1	Stk. 173,74
Schachtring mit Falz	1500	500	90	560	7	Stk. 77,11
Gesamt Kosten (in Euro)	7x Schachtring + 1x Schachtringdeckel Filtermaterialien + Rohranschlüsse					**713,51** **950,00** **1663,51**

Quelle: Gruppenarbeit Brunnenbau

Zu Wartungszwecken und bei einer Filterreinigung braucht man nur die oberste Sandschicht/Schmutzschicht entfernen und neu aufzufüllen. Quarzsandlieferanten empfehlen einen Austausch alle zwei Jahre. Darüber hinaus bedarf die Filteranlage keiner weiteren Wartung. Sie ist über lange Zeit hinweg funktionstüchtig.

5.5. Bereitung von Trinkwasser

Nach der Speicherung des gefilterten Wassers in der Zisterne wird es mittels Hauswasserwerk zu den Entnahmestellen im Gebäude gefördert. Da auf dem Dach der Mediathek eine Photovoltaik-Anlage konzipiert wurde, kann der elektrische Strom zum Antrieb genutzt werden. Speziell für den Betrieb mit 24 Volt wurde das Hauswasserwerk GA 24 V JET mit selbstansaugender Elektropumpe 24V DC / 19 A inkl. Druckausgleichsgefäß 24 Liter, Druckschalter und Druckmanometer entwickelt.

Technische Daten:
max. Ansaughöhe: 8 m - max. Förderhöhe: 36 m mit Förderleistungen zwischen 61 und 11 l/min; Geräuschpegel 72 dB; Dauerlauf geeignet; LxBxH: 600x260x540 m; Gewicht: 15 kg; Pumpenkörper in Edelstahl, Laufrad in Noryl
Bruttopreis: ca. 712,00 EUR.

Abb.3: Hauswasserwerk GA 24 V JET; www.solartechnik-shop.de

Da das geförderte Wasser jedoch noch keine Trinkwasserqualität besitzt, empfiehlt sich das Abkochen zum Abtöten restlicher Schadkeime.

Neben der traditionellen Art und Weise der Trinkbarmachung von Wasser hat sich die Wasserentkeimung mit UVC Photoreaktoren der Firma SterilAir bewährt.
Der SterilAir AQD54-C ist ein Kompaktsystem mit einer Baugröße von nur 54 cm. Gemessen an einer Bestrahlungsvorgabe von 400 J/m² liegt seine Entkeimungsleistung bei rund 650 Liter/Std.. Der Anschluss des Systems erfolgt über eine Klebemuffe 32 DN 25, wobei andere Anschlussmöglichkeiten optional angeboten werden können.
Das halbtransparente Reaktorrohr ist UV-undurchlässig und ermöglicht die rasche Betriebskontrolle der Strahlenquelle. Grundsätzlich empfiehlt es sich die Funktion des Systems mit einer Kontrolleinheit vom Typ sterilAir UES2000 zu überwachen, der direkte Netzanschluss ist jedoch auch möglich. Die Reaktoren der Baureihe AQD54 sind für einen Dauerbetrieb bis 6 bar ausgelegt, Druckschläge sind zu vermeiden.

Technische Daten:
Material PVC; Betriebstemperatur 0 – 50°C; Röhrenwechselintervall 8.500 Std; Leistungsaufnahme 36 Watt; Versorgungsspannung 230VAC ±10%, 50..60 Hz; Gewicht 3,1 kg.

Abb.4: UVC-Photoreaktor, Grauwasseranlage Berlin

Abb.5: Kompakt-Photoreaktor sterilAqua AQD54-C

5.6 Wasserverbrauch und Abwasser

	H2O Person / Tag	**Resultierendes Abwasser / Person**	**Summe H2O bei 300 Besuchern / Tag**	**Abwasser / Tag**
Trinkwasser	2 l	0 l	600 l	0 l
Körperpflege	2 l	2 l	600 l	600 l
Reini-gung/Haushalt/	2 l	2 l	600 l	600 l
Küche/Speisen	2 l	2 l	600 l	0 l
Gelbwasser/ Urin	0 l	1,5 l	450 l	450 l
Fäkalien	0 l	140 g	42 kg	0 l
Summen/ Flüssigkeiten	8 l	7,5 l	**2400 l Frischwasser**	**1650 l Abwasser**
Summen/ Fäkalien	-	140 g	**42 kg Fäkalien**	-

Abb6: Quelle. www.bieroholzapfel.de

Ausgehend von einer maximalen Besucherzahl von 300 Personen je Tag werden täglich 2400 l Frischwasser benötigt. Davon werden als Trinkwasser und zur Speisebereitung 1200 l veranschlagt. Für Körperpflege und zu Reinigungszwecken in der Hauswirtschaft/Küche wird mit einer Menge von ebenfalls 1200 l gerechnet, die auch als Abwasser zu bilanzieren sind (Grauwasser). Gleichzeitig fallen 450 l Urin (Gelbwasser) und 42 kg Fäkalien (Braunwasser) an. Die gesamte Abwassermenge von 1650 l stellt neben einer Belastung ein Sammelsurium wertvoller Rohstoffe dar.

5.7 Abwasser - Nutzung und Entsorgung

Aus der obigen Bilanz ergeben sich eine Reihe von Möglichkeiten der weiteren Verfahrensweise, von denen hier einige kurz umrissen werden.

Variante 1

- Sammeln von Abwässer der Küche aus der Speisezubereitung, der Spülküche und den Handwaschbecken und sonstigen Reinigungsarbeiten in tragbaren Behältern und Verwendung zum Gießen des Gartens. Voraussetzung ist die Verwendung biolog. abbaubarer Reinigungsmittel.
- Absonderung des Urins in Trenntoiletten und Einleitung in spezielle Auffangbehälter zur Gewinnung von Phosphaten.
- Ableitung der Fäkalien in speziellen Auffangbehältern mit verschiedenen Möglichkeiten der Verwendung (Düngung als Gülle, Kompostierung, Biogasanlage).

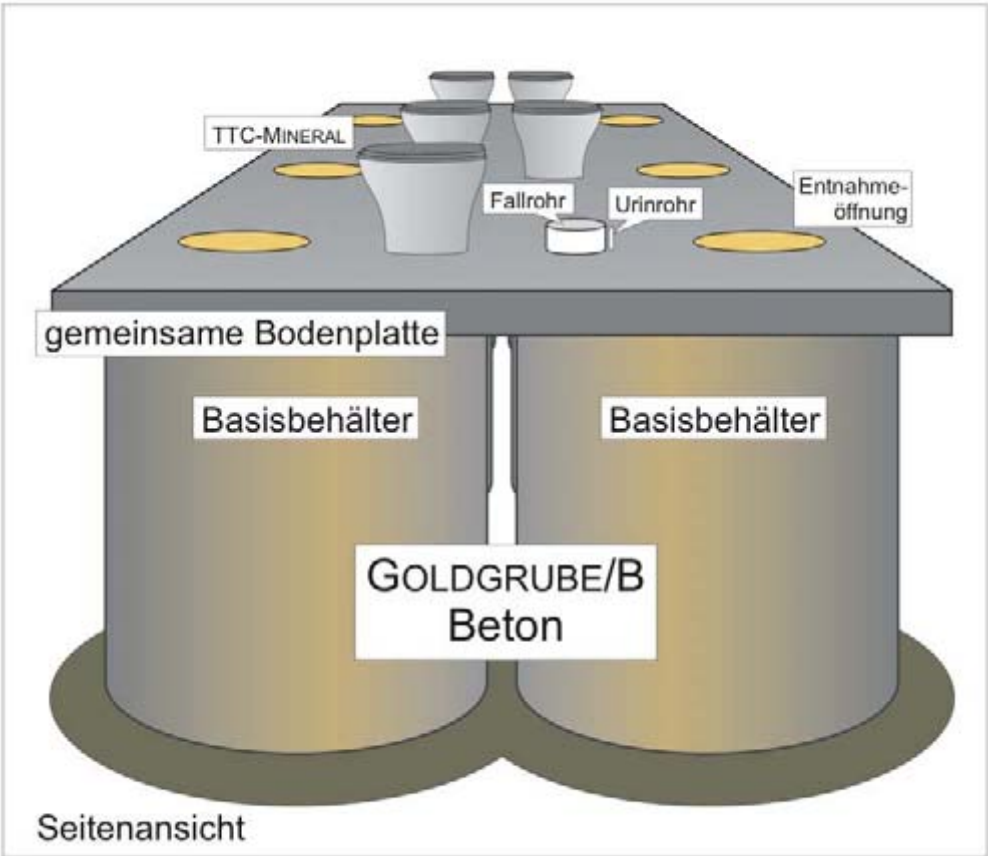
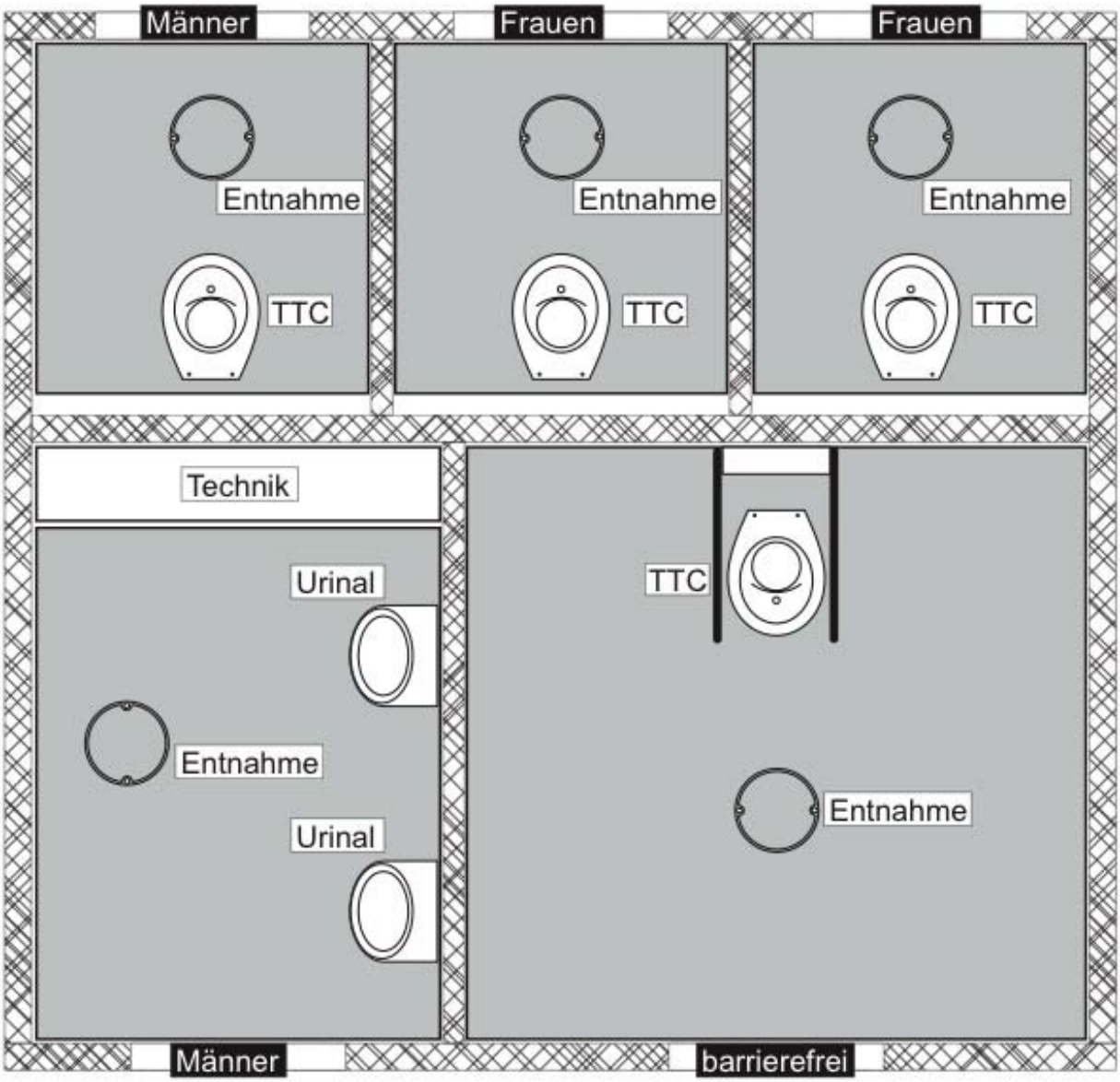


Abb.7: Seitenansicht der Auffangbehälter Patent „Goldgrube“ mit separaten, in die Erde eingelassenen Speichern für feste und flüssige Exkremente. Die Entnahme zur weiteren Verwendung (Kompostierung, Biogasanlage) erfolgt über Öffnungen in der Bodenplatte.
Wichtig für die geruchsarme Funktionsweise der Toilettenanlage ist die Anbringung von Entlüftungsrohren hinter jedem Toilettenstuhl mit senkrechter Führung bis über das Dach. Diese Toilettenanlage benötigt keinen Wasser-, Abwasser- und Stromanschluss, sie ist autark.
Quelle: www.bueroholzapfel.de

Abbildung unten (Abb.8): Toilettenanlage mit barrierefreier Toilette mit vier Toiletten und zwei Urinalen. 1600 l Fäkalien- und 6000 l Urinsammelvolumen entsprechen 23000 Benutzungen. Die Außenmaße der Toilettenanlage (ohne Dach) betragen etwa (LxB) 4,2 m x 4, 0 m. Die Auffangbehälter befinden sich im Erdreich unterhalb der Bodenplatte.



Quelle: Büro Holzapfel
Dip.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
99334 Kirchheim Pfarrweg
www.bueroholzapfel.de

Variante 2

- Einleitung aller Abwässer als Schwarzwasser in eine Biogasanlage zur Gewinnung von Methan zu Heizzwecken oder als alternativer Treibstoff für Verbrennungskraftmaschinen;
- Nutzung der Reste aus dem Biogasverfahren als vollwertige Düngemittel in Form von Gülle und Schlamm. (Biogasverfahren wird gesondert betrachtet.)

Variante 3

- Einleitung aller Abwässer und Fäkalien in eine zentrale Kompostierungsanlage
- Gewinnung von Düngemitteln für den Gartenbau durch Verdunstung und Kompostierung (Volumenreduktion um 80% der Schwarzwassermenge).

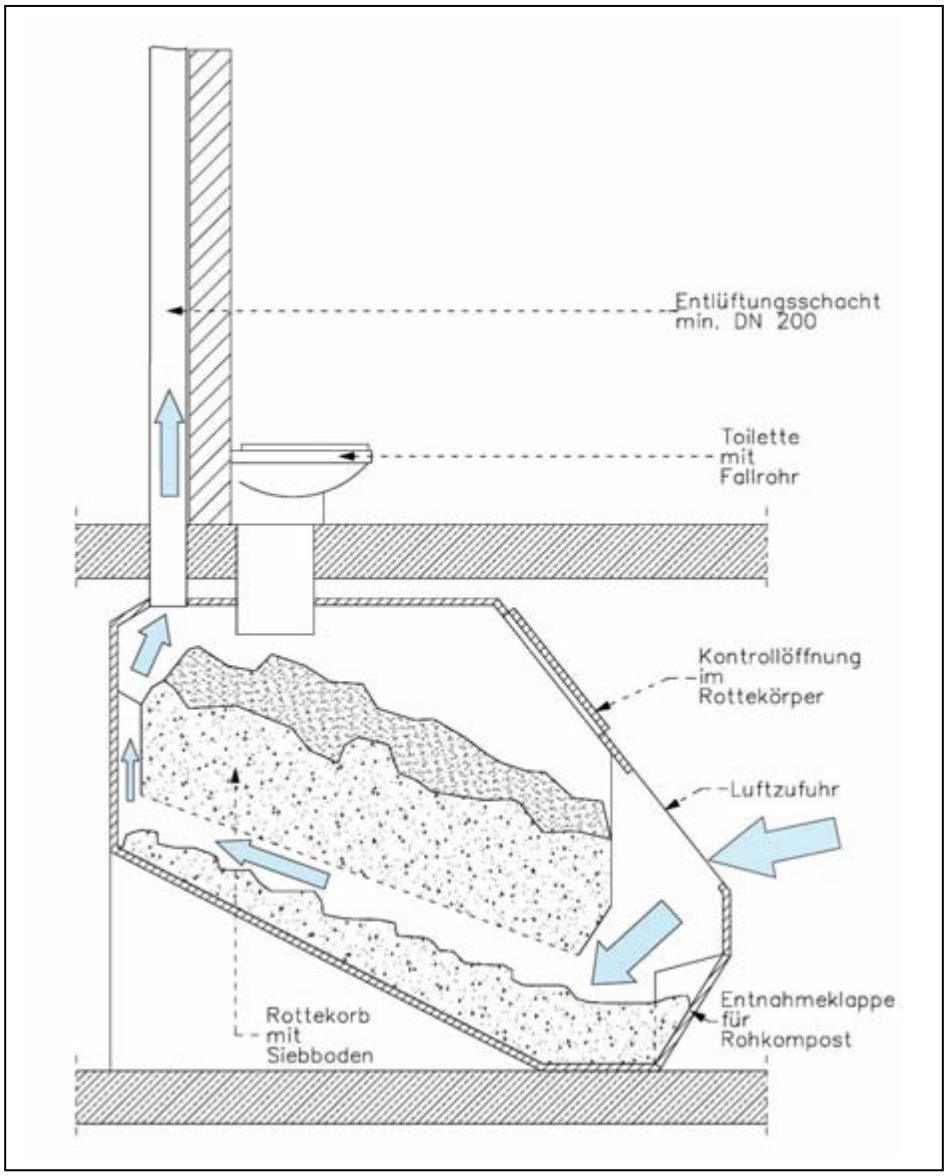


Abb.9: TerraNova-Komposttoilettenanlage für ca. 8 Personen. größere Kapazitäten werden durch die Aufstellung mehrerer Behälter und evtl, Anschluss von Separationstoiletten (Urinabtrennung) erreicht (Quelle: www.naturbauhof.de)

5.8 Abwasserbehandlung und Alternativen

Eine Installation von Spültoiletten, wie in Europa seit ca. 150 Jahren üblich, bringt nicht nur hygienische Vorteile. Wegen des benötigen Wassers zur Spülung und der resultierenden großen Abwassermengen folgen schnell Probleme. Besonders in größeren menschlichen Ansiedlungen stellt sich die Frage nach dem „Wohin-damit?", will man Gestank und Krankheiten vermeiden. In der jetzigen Zeit stellen sich zudem ökologische Fragen. Die Verrieselung der in flüssiger Form vorliegenden Exkremente auf Freiflächen führt zur dauerhaften Schädigung von Flora und Fauna.

Die Reinigung und Wiederaufbereitung des Wassers erfolgt heute allgemein zentral in großen Klärwerken mit hohem energetischem und technologischem Aufwand.

Zur dezentralen Reinigung von Abwässern für Ein- und kleine Mehrfamilienhäuser werden alternativ Kleinkläranlagen verwendet. Sie arbeiten mit vier Reinigungsstufen. In den ersten drei Stufen erfolgt die Grobreinigung über das Absetzen der Bestandteile nach dem Schwerkraftprinzip. In der Endreinigungsstufe wird das Wasser entweder in über so genannte Tropfkörper in einem separaten Behälter gepumpt. Wegen des höheren technologischen Aufwandes wird diese Lösung aber im Zuge des Projektes nicht weiter berücksichtigt. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Endreinigung in einer Pflanzenkläranlage. Dabei wird ein Flächenbedarf von mind. 3 Quadratmeter Vegetationsfläche pro Nutzer der Kläranlage veranschlagt. Bei der angestrebten Besucherzahl von 300 Personen täglich, sollten ca. 900 Quadratmeter Pflanzenkläranlagen konzipiert werden. Bei starken Regengüsse oder extremer Trockenheit wird die Funktion der Anlage stark beeinträchtigt. Deshalb wird auch diese Möglichkeit nicht weiter verfolgt.

Die Kompost- oder Trockentoiletten stellen hygienisch, ökonomisch und verfahrenstechnisch eine besondere Alternative dar. In Afrika vielfach erprobt, können sie preiswert für jeden Haushalt erstellt werden. Beispiel dafür ist die nach ihrem Entwicklungsort Otjiwarongo (Namibia) benannte Otji-Toilette. Sie verknüpft die Vorteile des Wassersparens mit den erforderlichen hygienischen Standards.
Funktionsweise: In einer Trocknungskammer unter dem Toilettenhaus werden die Fäkalien in einem perforierten Behälter aufgefangen. Die Flüssigkeit versickert oder verdunstet durch die Hitze, die durch eine zur Sonne gerichtete schwarz lackierte Metallplatte verstärkt wird. Alle sechs Monate wird der Fäkalienbehälter ausgewechselt und im hinteren Teil der Kammer ausgetrocknet. Danach können die Fäkalien entweder entsorgt oder zur weiteren Kompostierung gesammelt werden. Die Toiletten sind mit einem Entlüftungsrohr versehen, das starke Gerüche verhindert. Bei Tag sorgt die Sonneneinstrahlung für die nötige Luftzirkulation. Nachts wird - falls die Toilette im Hause untergebracht ist - die Entlüftung durch einen mit Solarkraft betriebenen Ventilator übernommen.

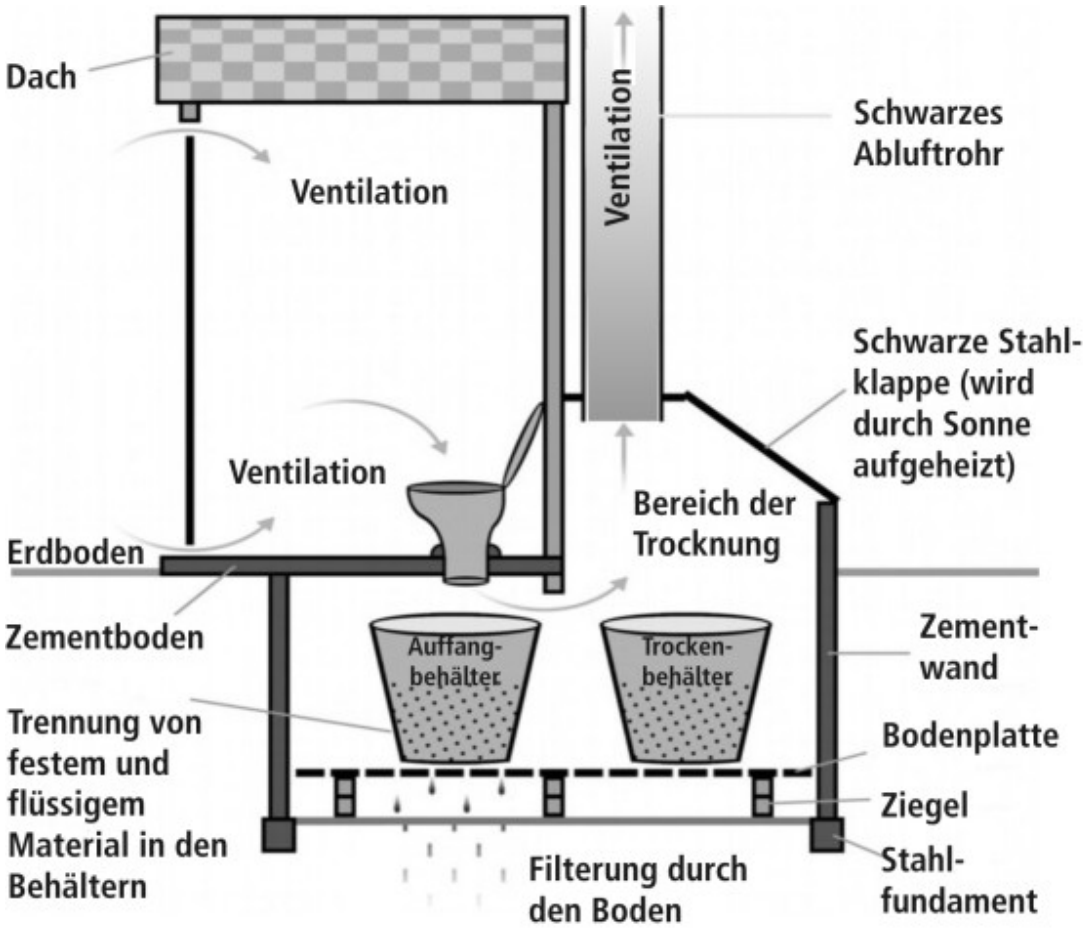


Abb.10: Funktionsprinzip der Otji-Toilette

Quelle (Abb. und Funktionsbeschreibung):
Regierung online - www.bundesregierung.de - Magazin Entwicklungspolitik
Die Berliner Organisation Solidaritätsdienst-international e.V. (SODI)

Besonderer und gemeinsamer Vorteil aller oben genannten Entsorgungsvarianten ist - unter vorsichtiger Betrachtung der Otji-Toilette - die Schonung der Frischwasserreserven und des Grundwassers. Denn es gelangen wenig oder keine Schadstoffe über eine Versickerung in das Grundwasser in den Einzugsbereich des Brunnens.

Für das Projekt „Dezentrales Wassermanagement für eine Schulmediathek in Kamerun“ wird die Variante 1, Auffangbehälter „Goldgrube“, unter Anwendung der getrennten Speicherbehälter favorisiert.

Die Nutzungsmöglichkeiten der separierten Abwassermengen sind groß. Besonders interessant erscheint die umweltschonende Methangas-Gewinnung in einer nachgeschalteten Biogasanlage.

6. Wasser– und Abwasserschema

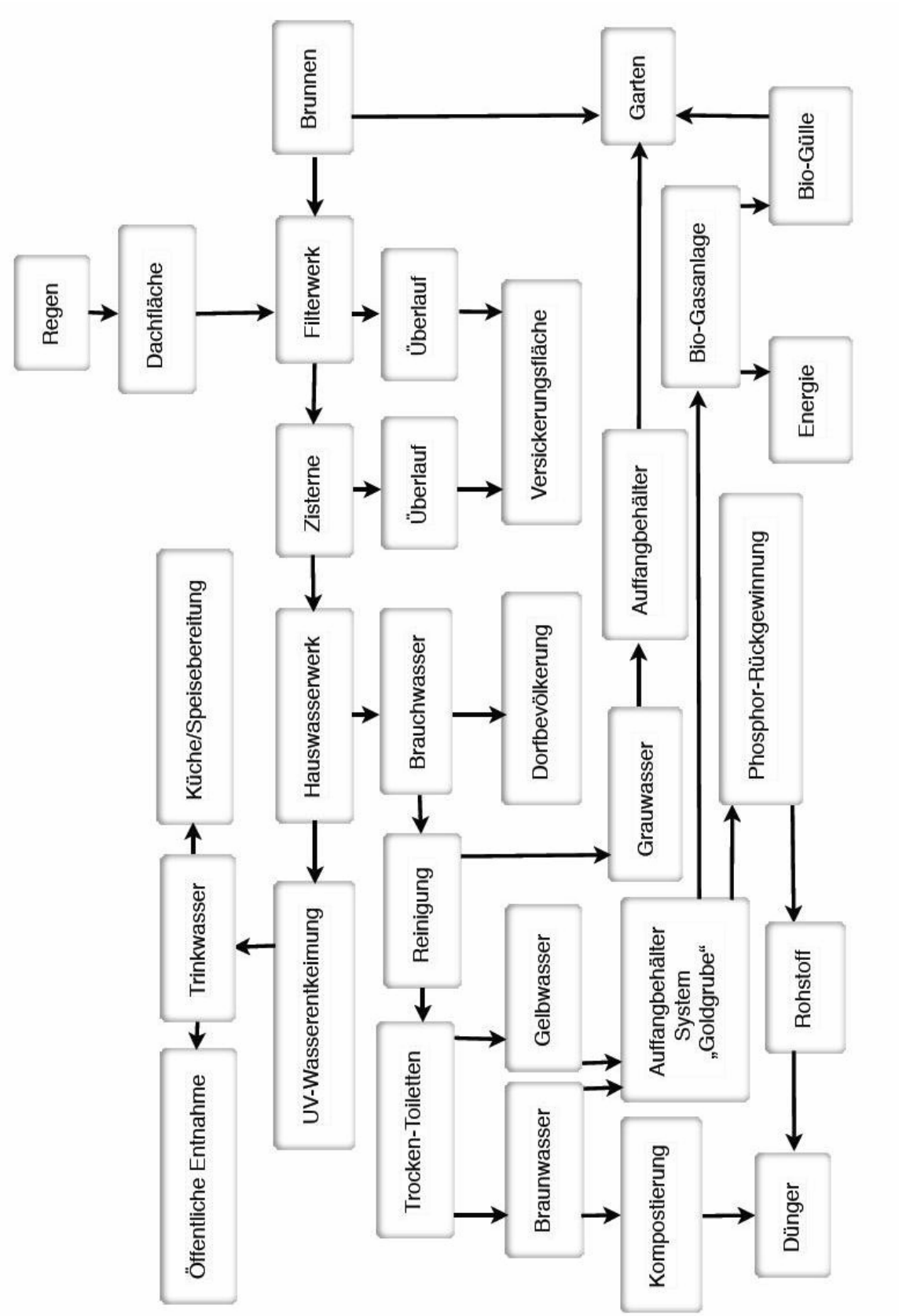


Abb.: Wasser- und Abwasserschema / Entwurf und Zeichnung Detlef Fischer

7. Projektgruppen

Dachbegrünung

Anselm Heger + Lars-Sören Lüttich + Toni Zander

Wasserversorgung und Wasserausbringung

Hans Klaucke + Sebastian Mecke

Wasserrückhaltung und Gewinnung

Julia Wolf + Boris Boskovski

Abwassertechnik und Wasserreinigung

Dennis Talartsik + Detlef Fischer

Grafik und Plandarstellung

Toni Zander

Projektkoordination

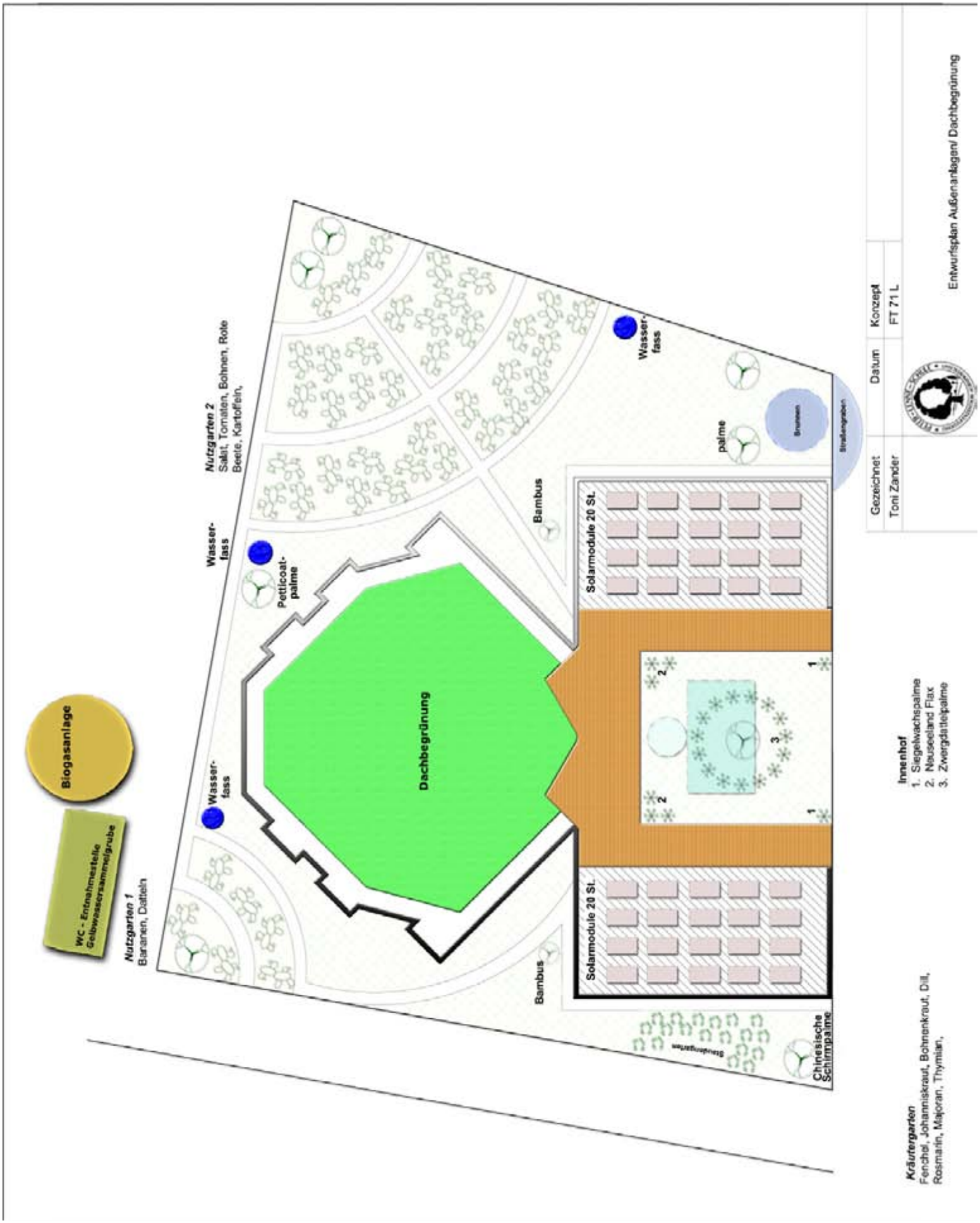
Klaus Pellmann

Technikerklasse FT 71 L (von links nach rechts): Julia Wolf, Dennis Talartsik, Lars-Sören Lüttich, Sebastian Mecke, Toni Zander, Klaus Pellmann, Anselm Heger, Detlef Fischer, Hans Klaucke, Boris Boskovski

8. Fazit

Das vorliegende Konzept für die kamerunischen Gemeinde Bassossa zeigt auf, wie die verschiedensten Bereiche des Wassermanagements, angefangen bei der Wasserförderung, über Speicherung, Nutzung und Reinigung, optimal miteinander verknüpft werden können.
Wasser wird über einen Brunnen mit Hilfe von Solarpumpen gefördert, Regenwasser in Zisternen gesammelt und dieses Wasser nach vorherigem Reinigungsprozess für die Nutzung im Gebäude und die Bewohner des Dorfes zur Verfügung gestellt. Das genutzte Wasser, sogenanntes Grauwasser, wird naturnah gereinigt, als Gartenwasser genutzt oder findet Einsatz in den Trockentoiletten.
Der Wasserverbrauch wird minimiert, die Versorgung optimiert und das unbelastete Restwasser zur Versickerung und Grundwasseranreicherung genutzt. In Kombination mit dem Modell der Trockentoiletten wird kein kostbares Trinkwasser verschwendet. Positiver Nebeneffekt ist die energetische Ausbeute, wenn bei der Verwertung der Exkremente in Kombination mit anderen pflanzlichen Rückständen Biogas erzeugt wird und die organischen Reststoffe als Dünger für den Garten genutzt werden.
Die Kosten für die Umsetzung des Wassermanagement sind bei Anwendung einfacher, angepasster Technologien ohne Komfortverluste günstig und können mit einfachen Mittel vor Ort umgesetzt werden. Das Vorhaben ist in vielerlei Hinsicht zukunftsweisend und kann zur Verbesserung der Energie- und Wasserversorgung der Gemeinde und vielen kleinerer Kommunen in unterentwickelten Ländern einen kleinen Beitrag leisten und als Vorbild dienen.
Die langfristige Verbesserung der Lebensverhältnisse kann aber nur dann gelingen, wenn die Aspekte der nachhaltigen Entwicklung in die Bildung einfließen. Das Bewusstsein über den schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen muss geschärft werden. Die vorgeschlagenen Ideen aus dem Bereich des Wassermanagements und der Energieversorgung für die Mediathek bieten für die Aus- und Fortbildung zukünftiger Generationen hervorragende Bedingungen in Theorie und Praxis.
Die gute und fruchtbare Zusammenarbeit der Landesstelle und Schule mit Dr. Mouafo sollte langfristig fortgesetzt werden, damit dieses Projekt nicht nur auf der theoretischen Ebene vorbildlich ist. Die Ansätze des interdisziplinären Arbeitens müssen bei der praktischen Umsetzung fortgeführt werden. Die Peter-Lenné-Schule könnte in Kooperation mit anderen Schulen einen wichtigen Beitrag bei der Umsetzung in Kamerun leisten.

9. Anhang


Biogasanlage
WC - Entnahmestelle Gelbwassersammelgrube
Nutzgarten 1
Bananen, Datteln
Wasser-fass
Wasser-fass
Petticoat-palme
Nutzgarten 2
Salat, Tomaten, Bohnen, Rote Beete, Kartoffeln,
Dachbegrünung
Bambus
Solarmodule 20 St.
Solarmodule 20 St.
Bambus
Chinesische Schirmpalme
Wasser-fass
palme
Brunnen
Straßengraben
Innenhof
1. Siegelwachspalme
2. Neuseeland Flax
3. Zwergdattelpalme
Kräutergarten
Fenchel, Johanniskraut, Bohnenkraut, Dill, Rosmarin, Majoran, Thymian,
Gezeichnet
Toni Zander
Datum
Konzept
FT 71 L
Entwurfsplan Außenanlagen/ Dachbegrünung

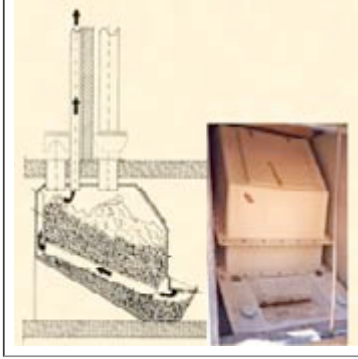
Preisliste - Komposttoiletten

Sawi biocom (Rindenschrottoilette)	Einheit	Preis / Einheit		
		netto	brutto (incl. MWSt.)	
SAWI biocom Rindenschrottoilette	Stück	326,89 €	**389,00 €**	
Sawi-biocom-Sparpaket, (SAWI biocom, Rindenschrot, Regenhaube, Abluftrohre)	Set	389,47 €	**458,99 €**	

Versand: Alle Preise der Sawi biocom **incl. Versand** innerhalb Deutschlands. Versand erfolgt mit Paketdienst.
Abholer bitte den Abholrabatt erfragen. Kontakt

Komposttoilette Holz	Einheit	Preis / Einheit		
		netto	brutto (incl. MWSt.)	
Komposttoilette HOLZ-OSB	Stück	362,94 €	**431,90 €**	
Komposttoilette HOLZ-MASSIV	Stück	388,15 €	**461,90 €**	

Selbstbausätze	Einheit	Preis / Einheit		
		netto	brutto (incl. MWSt.)	
SEPA-Urintrenneinsatz	Stück	50,34 €	**59,90 €**	
Urinablaufschlauch, (Zubehör zu SEPA-Urintrenneinsatz, von der Rolle)	lfm	5,80 €	**6,90 €**	
Separett Privy - ohne Sammelbehälter, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz)	Set	77,31 €	**92,00 €**	
Separett Privy - ohne Sammelbehälter, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz)	Set	98,32 €	**117,00 €**	
Separett Privy - mit Sammelbehälter, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz, Sammelbehälter für Fäklien)	Set	92,44 €	**110,00 €**	
Separett Privy - mit Sammelbehälter, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz, Sammelbehälter für Fäklien)	Set	113,44 €	**134,99 €**	
Separett Privy - Komplett-Set, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz, Sammelbehälter für Fäklien, Abluftrohrset, Regenhaube)	Set	127,73 €	**152,00 €**	
Separett Privy - Komplett-Set, (Urintrenneinsatz, 2 m Urinschlauch, Wärmesitzauflage mit Deckel bzw. WC-Kunststoffsitz, Sammelbehälter für Fäklien, Abluftrohrset, Regenhaube)	Set	148,74 €	**177,00 €**	

TerraNova-Komposttoilettenanlage	Einheit	Preis / Einheit		
		netto	brutto (incl. MWSt.)	
Terra-Nova-Kompostbehälter, GFK-Kunststoff weiß, doppelwandig wärmegedämmt	Stück	2.827,59 €	**3.364,83 €**	
Terra-Nova-Kompostbehälter, GFK-Kunststoff weiß, doppelwandig wärmegedämmt	Stück	3.439,66 €	**4.093,20 €**	
Terra-Nova-Kompostbehälter, GFK-Kunststoff weiß, doppelwandig wärmegedämmt	Stück	4.047,41 €	**4.816,42 €**	

PFLANZENKLÄRANLAGE

vollbiologische Kläranlage für häusliches Abwasser (nach DIN 4261)

Pflanzenkläranlagenbausätze
auch zur Erweiterung einer vorhandenen Mehrkammergrube

Funktion

Pflanzenkläranlagen (Pka) sind vollbiologische Kläranlagen für häusliches Abwasser.

Das Abwasser wird zunächst in die Vorreinigung geleitet und mechanisch gereinigt. Eine vorhandene Grube kann genutzt werden.

Nach der Vorreinigung wird das Abwasser in einem Schacht gespeichert und schwallweise in das Pflanzenbeet gepumpt oder geleitet.

Das Pflanzenbeet ist mit Folie gedichtet, mit Kies/Sand gefüllt und mit Schilf bepflanzt.

Die Beetoberfläche beträgt je nach Bauart 4-6 m²/E (Einwohner).

Das Abwasser ist an der Oberfläche des Pflanzenbeetes nicht sichtbar, es entstehen keine Abwassergerüche.

Die Ablaufwerte unterschreiten die gesetzlichen Anforderungen, das gereinigte Abwasser kann in ein Gewässer, die Kanalisation, einen Speicherteich geleitet oder versickert werden.

Randbedingungen

- ausreichend Fläche
- Befreiung vom Anschluß- und Benutzerzwang bzw. Einleiterlaubnis in die öffentliche Kanalisation
- mindestens sechs Stunden Sonneneinstrahlung pro Tag
- Abstand zur nächsten Wohnbebauung mindestens 15 Meter
- Grundstück liegt nicht in einem besonderen Gebiet (z.B. Natur- oder Trinkwasserschutzgebiet o.ä.)
- Grundstück liegt nicht Höher als 500 Meter über dem Meeresspiegel
- kein gewerbliches oder landwirtschaftliches Abwasser
- keine Einleitung von Regen-, Dränage- oder Kühlwasser (Fremdwasser)

Filter komplett eingebaut und bepflanzt (hier mit Einzäunung)

Bauarten

Pflanzenkläranlagen lassen sich nach der Fließrichtung des Wassers in zwei Arten einteilen - horizontale und vertikale Pflanzenkläranlagen.

Sie haben etwa die gleiche Reinigungsleistung und benötigen die gleiche Menge an Filterkies (handelsüblicher, aber speziell ausgesuchter Sand aus einem nahen Kieswerk).

Die Rohrleitungen und Schächte werden vorgefertigt geliefert und werden nur zusammengesteckt. Die Anlagen können ohne Spezialkenntnisse und -werkzeuge gebaut werden.

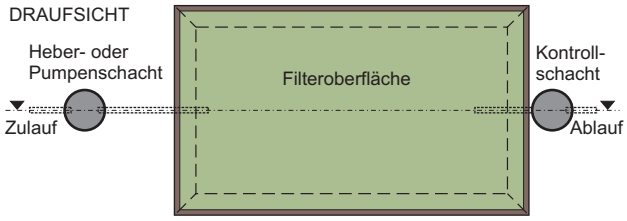
In manchen Bundesländern werden Pflanzenkläranlagen mit bauaufsichtlicher Zulassung bevorzugt genehmigt.

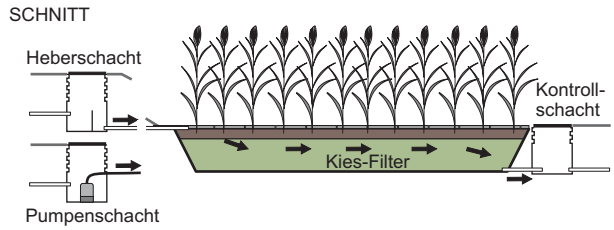
horizontale Pka

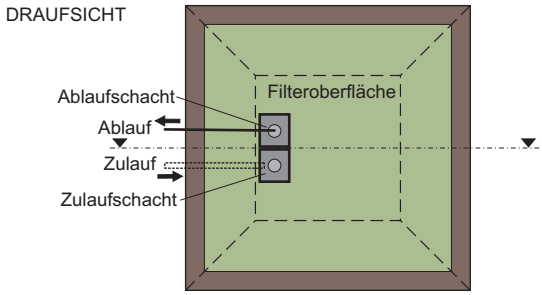
- das Wasser durchfließt den Bodenfilter in Längsrichtung
- größere Oberfläche (6 m²/E), geringere Tiefe (0,80 m)
- bei ausreichendem Geländegefälle ist keine Fremdenergie notwendig
- Schächte befinden sich außerhalb der Pflanzenkläranlage
- keine Bauartzulassung

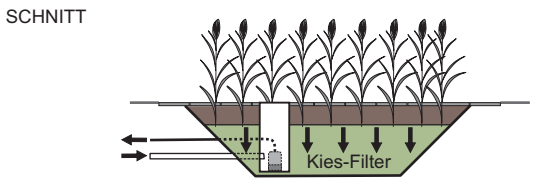
vertikale Pka

- das Wasser durchfließt den Bodenfilter von oben nach unten
- geringere Oberfläche (4 m²/E), größere Tiefe (1,30 m)
- es ist Fremdenergie notwendig
- Schächte befinden sich innerhalb der Pflanzenkläranlage
- Bauartzulassung liegt vor (DiBT Zulassungsnummer Z-55.4-173)









Daten und Preise einschließlich MwSt.

horizontale Pflanzenkläranlage ohne bauaufsichtliche Zulassung

Bausätze nach Einwohnern		Flächen		zusätzliches Material[4]			
				Kies		Dreikammergrube[5]	
Typ - E[1]	Preis[2]	Filter	gesamt[3]	Menge	Kosten[4]	Volumen	Kosten
Pka/h-2	2.120 €	20 m²	30 m²	11 m³	370 €	3,0 m³	900 €
Pka/h-4	2.430 €	24 m²	34 m²	13 m³	440 €	6,0 m³	1.100 €
Pka/h-5	2.610 €	30 m²	41 m²	16 m³	550 €	7,5 m³	1.300 €
Pka/h-6	2.790 €	36 m²	48 m²	20 m³	670 €	9,0 m³	1.400 €
Pka/h-8	3.140 €	48 m²	61 m²	26 m³	910 €	12,0 m³	2.100 €
Pka/h-10	3.500 €	60 m²	75 m²	33 m³	1.100 €	15,0 m³	2.600 €

größere Anlagen auf Anfrage

vertikale Pflanzenkläranlage mit bauaufsichtlicher Zulassung

Bausätze nach Einwohnern		Flächen		zusätzliches Material[4]			
				Kies		Dreikammergrube[5]	
Typ - E[1]	Preis[2]	Filter	gesamt[3]	Menge	Kosten[4]	Volumen	Kosten
Pka/v-4	3.300 €	16 m²	31 m²	13 m³	440 €	6,0 m³	1.100 €
Pka/v-6	3.900 €	24 m²	43 m²	20 m³	670 €	9,0 m³	1.400 €
Pka/v-8	4.600 €	32 m²	53 m²	27 m³	910 €	12,0 m³	2.100 €

größere Anlagen auf Anfrage

1) E = Einwohner (Wohnfläche bis 60 m² = 2 E und ab 60 m² = 4 E)
2) ohne zusätzliches Material
3) einschließlich 0,30 m Umrandung
4) Kiespreis angenommen mit 17,00 €/t
5) in Betonbauweise, Empfehlung: durch örtlichen Baubetrieb setzen lassen

Lieferumfang der Bausätze

- Material komplett, ohne Kies; Schächte komplett (mit installierten Pumpen, Alarmgeber, Rohranschlüssen, Abdeckung begehbar); Teichfolie, Schutzvlies, Rohrleitungen für Pflanzenbeet; Schilfpflanzen
- Erläuterungsbericht zum Einholen der wasserrechtlichen Erlaubnis oder bauaufsichtliche Zulassung
- Kiesauswahl, nach Wünschen des Bauherrn
- komplette Bauzeichnungen mit allen Einzelheiten, Details und Textteil
- Bauberatung bei Materiallieferung und telefonische Beratung
- Bauabnahme mit Bauherrn und Wasserbehörde bzw. Abwasserverband
- Bedienungsanleitung

nicht im Lieferumfang

- Kies-Filter Pflanzenbeet
- Rohrleitungen und elektrische Zuleitung zum und vom Pflanzenbeet
- Wartungsvertrag

weitere Leistungen und Zubehör

- Versickerung über Schacht oder Graben
- Vorreinigung als Rotteanlage (keine Klärschlammentsorgung)
- Nachweis des “abwasserfreien Grundstücks” mit vollständiger Wasserverwertung
- nachgeschalteter Teich mit teilweiser oder vollständiger Wasserverwertung
- größere Anlagen bis 3.000 EW als Planungsleistung
- spezielle Anlagen für Grauwasser und Gewerbe- und Industrieabwässer

Lieferzeit	maximal 14 Arbeitstage nach Auftragserteilung
Lieferkosten	innerhalb Thüringen - keine Lieferkosten ab Landesgrenze Thüringen = 0,50 €/km
Zahlung	50 % Vorkasse, Rest bei Lieferung

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Stand 03/08
Abbildungen ähnlich, technische und preisliche Änderungen vorbehalten

PFLANZENKLÄRANLAGEN
Bausätze zur Grauwasserreinigung

in Kombination mit Trockentoiletten
für Wochenend-, Ferien- und Wohnhäuser

Diese Pflanzenkläranlagen sind spezielle Kläranlagen für Grauwasser, häusliches Abwasser ohne Toilettenabwasser. Grauwasser ist durch das Fehlen des Toilettenspülwassers nur gering verschmutzt. Die aufwendige Vorreinigung als Mehrkammergrube ist nicht notwendig und die Schlammentsorgung entfällt.

Das abgedichtete Pflanzenbeet hat eine Beetoberfläche von nur 2 m²/Einwohner (E) und ist vollständig mit Schilf bepflanzt. Das Grauwasser wird oberflächig auf das Pflanzenbeet aufgebracht und versickert innerhalb weniger Minuten. Während der Passage dies Kies-Filters wird es durch ein komplexes Zusammenwirken von Mikroorganismen, Bodenteilen und Pflanzenwurzeln gereinigt. Im Grauwasser enthaltene Feststoffe werden auf der speziellen ersten Filterschicht abgelagert, kompostiert und vererdet. Die sich bildende Schicht ist gering (ca. 1 cm/a) und wird in mehrjährigem Abstand entfernt.

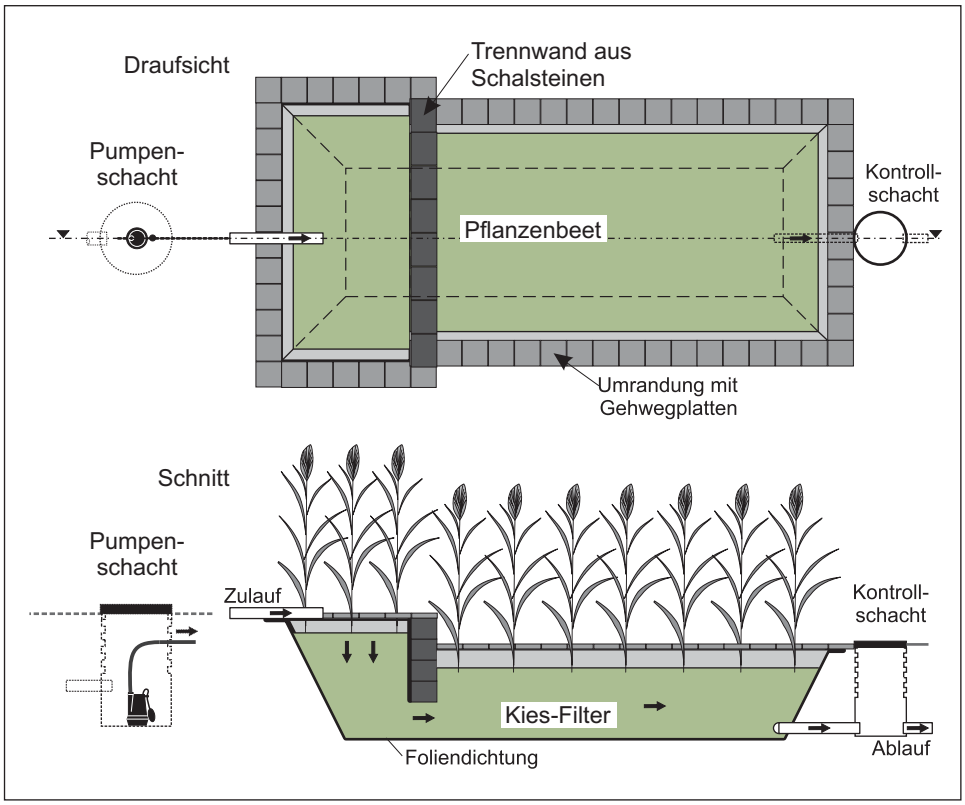
Bei ausreichendem Geländegefälle wird das Grauwasser direkt auf das Pflanzenbeet geleitet. Fehlt dieses Gefälle, fördert eine einfache, kleine Pumpe etwa dreimal am Tag das Wasser auf das Pflanzenbeet.

Das gereinigte Abwasser wird in den Kontrollschacht geleitet. Von diesem kann es in ein Gewässer, die Kanalisation, einen Speicherteich geleitet oder versickert werden.

Die Qualität des Ablaufwassers ist weit besser als das aus üblichen biologischen Kläranlagen, es erreicht Badewasserqualität und kann als Beregnungswasser genutzt werden.

Anwendungsgebiete und Vorteile

- zur Reinigung von Grauwasser von 2 bis >1.000 Einwohner
- für diskontinuierlichen und schwankenden Abwasseranfall geeignet; z.B. Freizeithäuser mit teilweiser Nutzung; Zeltplätze usw.
- Ideal in Kombination mit Trockentoiletten
- für Standorte ohne Stromanschluß geeignet
- gereinigtes Grauwasser kann als Brauch- und Beregnungswasser genutzt werden
- in Verbindung mit Regenwassernutzung kann der Hauswasserbedarf in unerschlossenen Gebieten gedeckt werden, ausgenommen "echtes" Trinkwasser, zum Trinken und Kochen
- zur Reinigung und Nutzung des anfallenden Grauwassers von autarken Toilettenanlagen nach dem Prinzip GOLDGRUBE
- nicht als Kläranlage zu erkennen
- Bereicherung für den Garten und Freiflächen



Daten und Preise einschließlich MwSt.

Bausätze nach Einwohnern		Flächen		zusätzliches Material[4]			
				Kies		Schalsteine/Platten	
Typ - E[1]	Preis[2]	Filter	gesamt[3]	Menge	Kosten	Menge	Kosten
PkaGW-2	1.270 €	4 m²	8 m²	2 m³	90 €	10/14 Stk.	45 €
PkaGW-4	1.600 €	8 m²	13 m²	4 m³	180 €	15/18 Stk.	60 €
PkaGW-5	1.760 €	10 m²	15 m²	5 m³	210 €	16/20 Stk.	65 €
PkaGW-6	1.900 €	12 m²	18 m²	6 m³	260 €	18/22 Stk.	75 €
PkaGW-8	2.190 €	16 m²	22 m²	8 m³	350 €	21/26 Stk.	90 €
PkaGW-10	2.480 €	20 m²	27 m²	10 m³	450 €	24/28 Stk.	100 €
PkaGW-12	2.800 €	22 m²	30 m²	12 m³	550 €	28/31 Stk.	120 €

größere Anlagen auf Anfrage

1) E = Einwohner, Wohnfläche bis 60 m² = 2 E und ab 60 m² = 4 E (nach DIN 4261)
2) ohne zusätzliches Material (siehe Lieferumfang)
3) einschließlich Plattenumrandung, ohne eventuelle Böschungen
4) Kosten sind geschätzt

Lieferumfang der Bausätze
- Erläuterungsbericht zum Einholen der wasserrechtlichen Erlaubnis
- komplette Bauzeichnungen mit allen Einzelheiten, Details und Textteil
- Teichfolie, Schutzvlies, komplette Rohrleitungen für Pflanzenbeet und zum Kontrollschacht
- Schilfpflanzen
- Kontrollschacht komplett mit installierter Wasserstandsregelung und Rohranschlüssen für Zu- und Ablauf, PE-Deckel begehbar
- Bauberatung bei Materiallieferung und telefonische Beratung
- Bauabnahme mit Bauherrn und Wasserbehörde bzw. Abwasserverband
- Bedienungsanleitung
- Berechnung des Versickerungsschachtes oder -grabens nach vorliegendem Bodengutachten oder Versickerungstest

Lieferzeit	maximal 14 Arbeitstage nach Auftragserteilung
Lieferkosten	innerhalb Thüringen - keine Lieferkosten ab Landesgrenze Thüringen = 0,50 €/km
Zahlung	50 % Vorkasse, Rest bei Lieferung

nicht im Lieferumfang
- Kies-Filter Pflanzenbeet (wird nach Bauherrenwunsch aus zwei bis drei nahegelegenen Kiesgruben ausgewählt)
- Schalsteine für Trennwand
- Gehwegplatten als Umrandung (50 x 25 cm)
- elektrische Leitungen und Anschluß für Pumpe und Alarmgeber des Pumpenschachtes (220 V~, max. 300 W)
- Wartungsvertrag

weitere Leistungen und Zubehör
- Pumpenschacht komplett (mit installierter Schmutzwasserpumpe, Alarmgeber, Rohranschlüsse für Zu- und Ablauf, PE-Deckel begehbar) Preis 570,- € (einschließlich MwSt.)
- Versickerung über Schacht oder Graben, Grabenversickerung unter dem Pflanzenbeet möglich, damit Kosten- und Platzeinsparung
- Nachweis des “abwasserfreien Grundstücks” mit vollständiger Wasserverwertung bei Erfüllung der dazu notwendigen Ranbedingungen
- nachgeschalteter Teich mit teilweiser oder vollständiger Wasserverwertung
- größere Anlagen bis 3.000 E als Planungsleistung

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Stand 09/08
Abbildungen ähnlich, technische und preisliche Änderungen vorbehalten

Toilettenstuhl

Der für den Benutzter sichtbare Toilettenstuhl TTC-MINERAL. Diese Neuentwicklung besteht aus hochfestem Mineralguß.

Die Farbe ist alpinweiß, die Form einfach, schlicht, zeitlos. Die Höhe beträgt 39 cm (siehe Infoseite TTC-MINERAL).

Eine zweite preiswertere Variante ähnlich TTC-HOLZ ist in Vorbereitung.

Beispiele

Das Auflegen der Bodenplatte vom Liefer-LKW - letzter Arbeitsschritt beim Setzen der GOLDGRUBE®/B-Gb. In der Bodenplatte sind alle Rohrdurchbrüche und die Entnahmeöffnung vorhanden. Auf der Bodenplatte wird das Toilettenhäuschen mit barrierefreiem Toilettenraum errichtet.

↑ Toilettenhäuschen mit barrierefreiem Toilettenraum errichtet auf GOLDGRUBE®/B-Gb im Nationalpark Hainich.

← Toilettenhäuschen errichtet auf GOLDGRUBE®/B-K, Prototyp in Kirchheim, seit Mai 2006 in Benutzung

der kombinierte Fäkalien-Urin-Behälter GOLDGRUBE ist patentrechtlich geschützt

Planung
Beratung
Verkauf

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

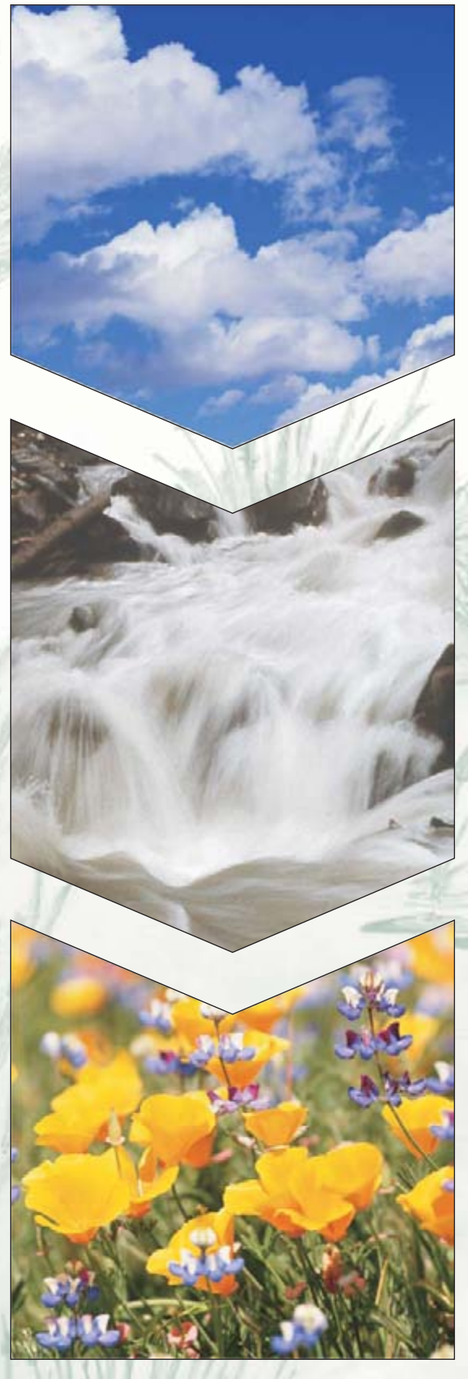
99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Stand: 10/08
Abbildungen ähnlich, technische Änderungen vorbehalten

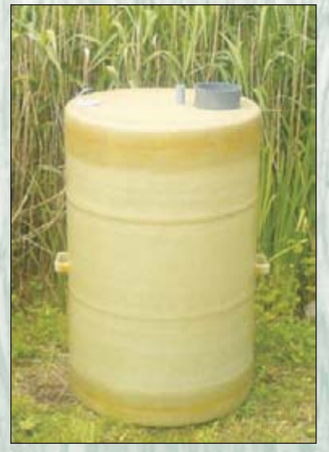
KREISLÄUFE SCHLIESSEN

kombinierter Fäkalien-Urin Behälter

GOLDGRUBE®



- kein Wasserverbrauch
- kein Abwasser
- kein Stromanschluß
- keine Zusatzstoffe
- keine Toilettengerüche
- keine Fäkalkeime durch Aerosole
- einfache Benutzung
- geringe Verschmutzung
- vielseitig einsetzbar
- Fäkalien und Urin nutzbar



BÜRO HOLZAPFEL / KIRCHHEIM

Neuentwicklung GOLDGRUBE®

Der kombinierte Fäkalien-Urin Behälter GOLDGRUBE® ist eine patentrechlich geschützte Neuentwicklung zur ***getrennten*** Lagerung von Fäkalien und Urin in ***einem*** Behälter.

In der GOLDGRUBE® werden, ohne Zusatzstoffe, Strom-, Wasser- und Abwasseranschluß, Fäkalien und Urin von bis zu 10.000 Toilettenbenutzungen, geruchs- und wartungsfrei gelagert. Durch die konzentrierte und getrennte Lagerung der beiden Stoffe sind die Behältervolumen und die zu entsorgenden Mengen gering.

Fäkalien und Urin sind nicht sichtbar, nicht riechbar und der Nutzer hat keinerlei Umgang mit den Stoffen. Dies sind entscheidende Verbesserung zu den bisherigen TTC-Bauarten (Komposttoiletten).

Die Entnahme der Stoffe erfolgt maximal einmal jährlich durch übliche Saugfahrzeuge.

Die getrennte Lagerung ist die Grundlage für eine Nutzung von Fäkalien und Urin als Wertstoffe.

Als Toilettenstuhl wird eine moderne Trockentrenntoilette (TTC) genutzt.

Die einzige technische Ausstattung ist ein kleiner Lüfter, mit geringem Stromverbrauch. Die GOLDGRUBE® ist eine low-tech Toilette.

Eigenschaften

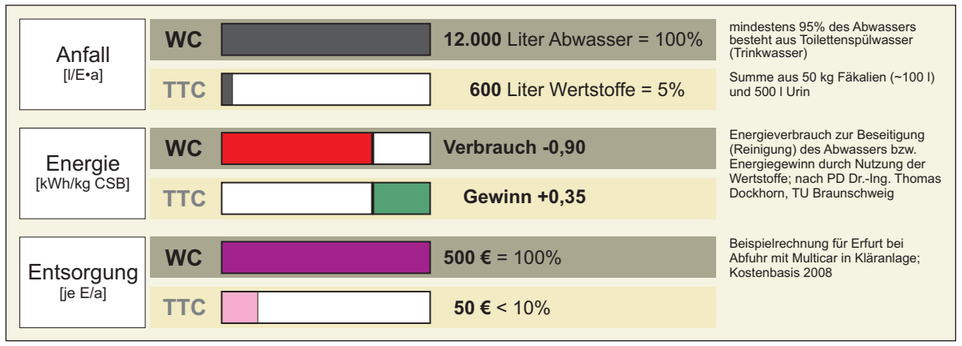
- kein Wasserverbrauch, kein Abwasseranfall, keine Chemikalien, keine Einstreu
- wartungsfrei
- keine Toilettengerüche, keine Insekten
- hygienischer als ein WC
- Speichervolumen bis 10.000 Benutzungen
- vielseitig einsetzbar, miteinander kombinierbar
- frostsicher ohne Heizung
- auftriebsicher, überflutbar
- geringer Energiebedarf des Lüfters (0,4 W)
- einfache Entsorgung mit vorhandener Technik
- geringe Entsorgungskosten
- Fäkalien + Urin werden zu Wertstoffen
- einfacher Einbau; geringes Gewicht (ab 70 kg)
- für Erdeinbau oder Freiaufstellung (Keller)

Anwendungen

- Garten-, Wochenend- und Ferienhäuser
- Wohn- und Gewerbebauten (Neu- und Altbau)
- Freizeit- und Erholungsbereich, Zelt- und Biwakplätze, Golfplätze
- einzelne Toilettenhäuschen
- komplette Toilettenanlagen
- barrierefreie Toiletten
- öffentlicher Bereich; Park- und Rastplätze
- Ausflugsgaststätten
- Gerätehäuser (Feuerwehr)
- Sportplätze
- Notunterkünfte, Flüchtlingslager

neue TTC-Philosophie

Der Vergleich mit dem WC, einschließlich der notwendigen Abwasserableitung und -reinigung, zeigt ein klares Bild zugunsten des TTC. In der folgenden Grafik sind weitere Vorteile der TTC-Variante nicht enthalten.

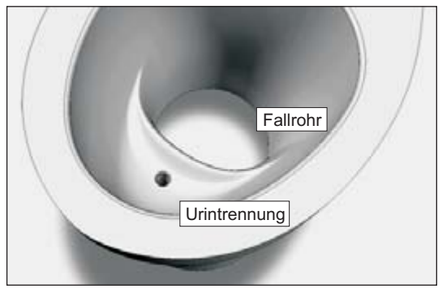


Zunehmende Bedeutung gewinnt die stoffliche und energetische Nutzung der Wertstoffe.

Die Fäkalien können zur Zeit in vorhandenen Biogasanlagen vergoren werden (Co-Vergärung). Zukünftige sind die Gewinnung von “Terra Preta” und die “hydrothermale Karbonisierung” interessant.

Urin ist durch den hohen Nährstoffgehalt interessant. Versuche belegen die einfache Rückgewinnung von Phosphat.

Eine Nutzung der Wertstoffe ist nur durch die Trennung von Fäkalien und Urin realistisch, dafür bietet die GOLDGRUBE® optimale Voraussetzungen.



eine moderne Trockentrenntoilette das TTC-MINERAL

GOLDGRUBE® Bauarten und Standardgrößen

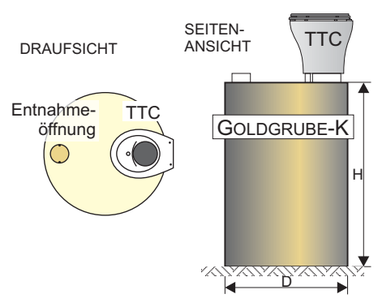
GOLDGRUBE®/K - Kunststoffbauweise
für Garten-, Wochenend- und Ferienhäuser
ohne Bodenplatte, für Erdeinbau oder Freiaufstellung, nicht auftriebsicher

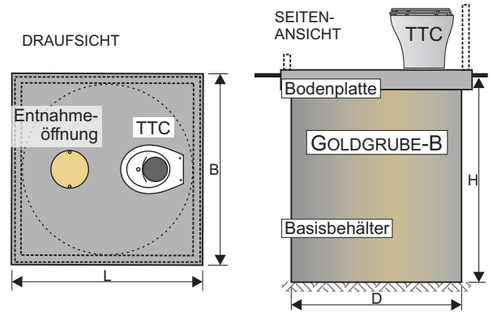
Standardgröße:
GOLDGRUBE®/K-K “Klein”

GOLDGRUBE®/B - Betonbauweise
für Toilettenhäuschen und Toilettenanlagen
mit Bodenplatte, für Erdeinbau, auftriebsicher

Standardgrößen:
GOLDGRUBE®/B-K “Klein”
GOLDGRUBE®/B-M “Mittel”
GOLDGRUBE®/B-Gb “Groß/barrierefrei”

GOLDGRUBE® Bauarten, Baugrößen





GOLDGRUBE® Standartvarianten Daten und Preise

Übersicht

GOLDGRUBE -	Kunststoff = K	Beton = B		
GOLDGRUBE -	K-K	B-K	B-M	B-Gb
Durchmesser [D]	0,85 m	1,30 m	1,50 m	1,80 m
Höhe [H]	1,30 m	1,60 m	1,95 m	2,20 m
Volumen Fäkalien/Urin	100 l / 550 l	200 l / 700 l	400 l / 1.100 l	700 l / 2.100 l
Benutzungen	1.600/ 2.000	2.700 / 2.600	5.800 / 4.100	10.500 / 7.700
zusätzliches Urinal	nicht möglich		max.1 Stück	max. 2 Stück
Bodenplatte [L x B]	ohne Bodenplatte	1,45 m x 1,45 m	1,70 m x 1,70 m	2,45 m x 2,50 m
max. Innenmaße	beliebig	1,25 m x 1,25 m	1,50 m x 1,50 m	2,21 m x 2,26 m
Gesamtgewicht	70 kg	3.500 kg	4.800 kg	9.500 kg
Preis (inkl. MwSt.)	1.800,00 €	3.400,00 €	3.900,00 €	4.900,00 €

Weitere Informationen zu Standardvarianten siehe Infoseiten
- GOLDGRUBE®/B für Toilettenhäuschen
- GOLDGRUBE®/B für Toilettenanlagen
- GOLDGRUBE®/K für Garten,- Wochenend- und Ferienhäuser

Sonderbaugrößen auf Anfrage

der kombinierte Fäkalien-Urin-Behälter GOLDGRUBE ist patentrechtlich geschützt

kombinierter Fäkalien-Urin Behälter

GOLDGRUBE®/B

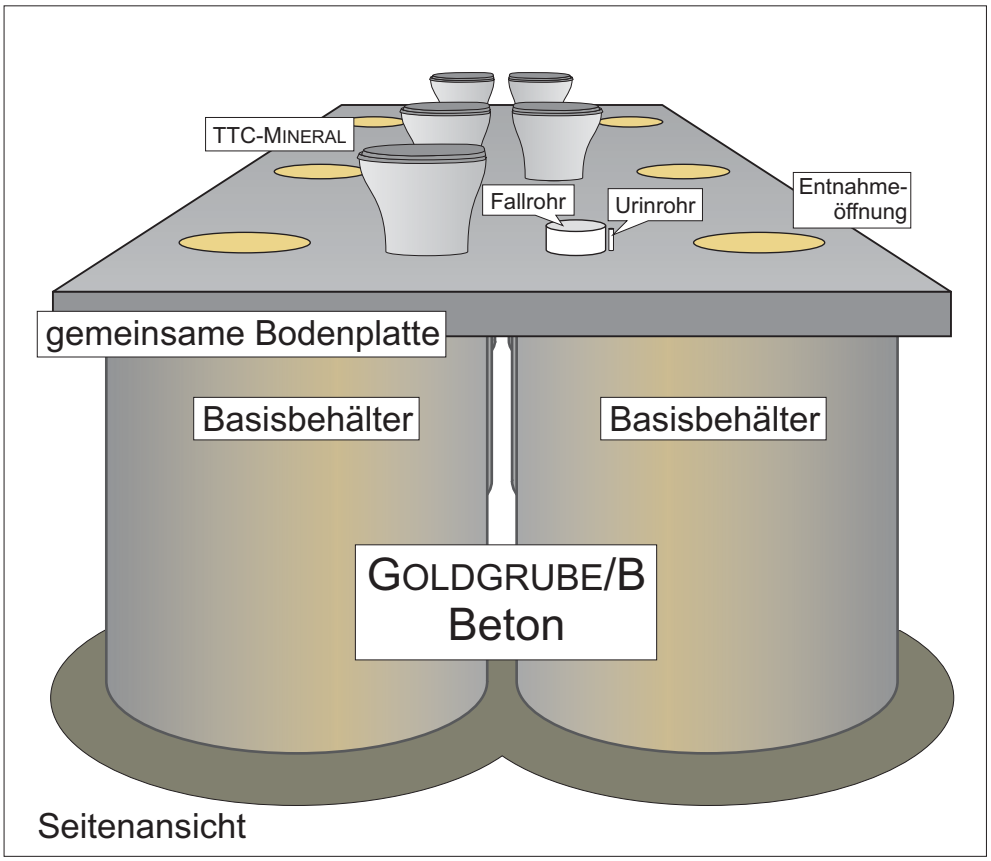
für Toilettenanlagen

Mehrere GOLDGRUBEN/B können miteinander kombiniert werden. So können ganze Toilettenanlagen, beliebiger Größe und für alle Ansprüche erstellt werden.

Nach dem Prinzip -Basisbehälter+Bodenplatte- werden die Standardbasisbehälter gesetzt und die Bodenplatten aufgelegt und zu einer gemeinsamen Platte vergossen.

Bauseits wird die Baugrube mit waagerechtem Boden ausgehoben. Die GOLDGRUBEN/B können direkt vom LKW gesetzt werden. Nach dem Setzen der Basisbehälter wird die Baugrube verfüllt und verdichtet und die Bodenplatten aufgelegt. Die Platten sind so gefertigt, daß sie bauseits zu einer gemeinsamen Bodenplatte miteinander vergossen werden können. Die Oberkante Fertigfußboden schließt etwa mit dem vorhandenen Geländeniveau ab.

Auf der gesamten Bodenplatte wird die Toilettenanlage errichtet. Weitere Gründungen sind nicht notwendig.



In den Bodenplatten sind werkseitig alle Rohre und Öffnungen vorhanden. Die Fäkalienfallrohre und die Urinrohre sind installiert.

Die Entnahmeöffnungen befindet sich in den späteren Toilettenräumen und sind so positioniert, daß durch diese Fäkalien und Urin entnommen werden können. Sie besteht aus verzinktem Stahl mit befüllbarem und verschließbarem Deckel und sind nach Fußbodenfertigstellung kaum sichtbar.

Als Toilettenstuhl wird das TTC-MINERAL eingebaut.

Das Entlüftungsrohr DN70 wird hinter jedem Toilettenstuhl innerhalb der Toilettenanlage senkrecht über das Dach geführt. Die Lüfter werden direkt unter dem Dachdurchbruch in die Entlüftungsleitungen eingebaut.

Da Toilettenanlagen öffentlich genutzt werden Urinale installiert.

Die GOLDGRUBEN/B sind auftriebssicher und können auch anstandorten mit hohem Grundwasserstand gesetzt werden. Mit wenigen Veränderungen können sie überflutungssicher ausgeführt werden, ohne daß Fäkalien oder Urin austreten.

Diese Toilettenanlage benötigt keinen Wasser-, Abwasser- und Stromanschluß, sie ist autark.

Ist es notwendig Handwaschbecken zu installieren, fällt Abwasser an, dessen Reinigung mit der speziellen kleinen Pflanzenkläranlage PKA-GW zu hoher Qualität gereinigt werden kann. Da das Wasser nicht zwingend Trinkwasserqualität haben muß, kann der Wasserbedarf durch gereinigtes Grauwasser gemeinsam mit Regenwasser der Dachflächen gedeckt werden. Auch solche Toilettenanlage können autark, ohne jeden Anschluß gebaut werden.

der kombinierte Fäkalien-Urin-Behälter
GOLDGRUBE ist patentrechtlich geschützt

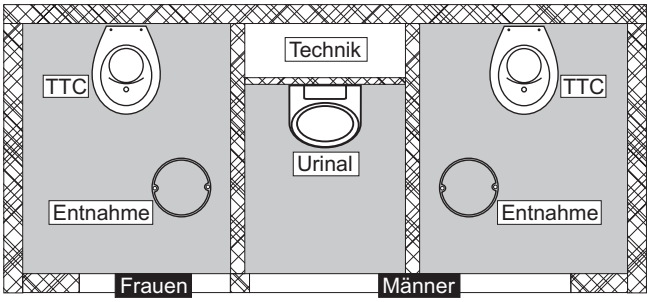
Beispiele für Toilettenanlagen nach dem Prinzip GOLDGRUBE®/B

kleine Toilettenanlage

mit zwei Toiletten und einem Urinal.

800 l Fäkalien- und 2.200 l Urinsammelvolumen entsprechen etwa 11.000/8.000 Benutzungen(nach Fäkalien/Urin).

Die Außenmaße der Toilettenanlage (ohne Dach) betragen etwa [L x B] 3,5 m x 1,6 m.

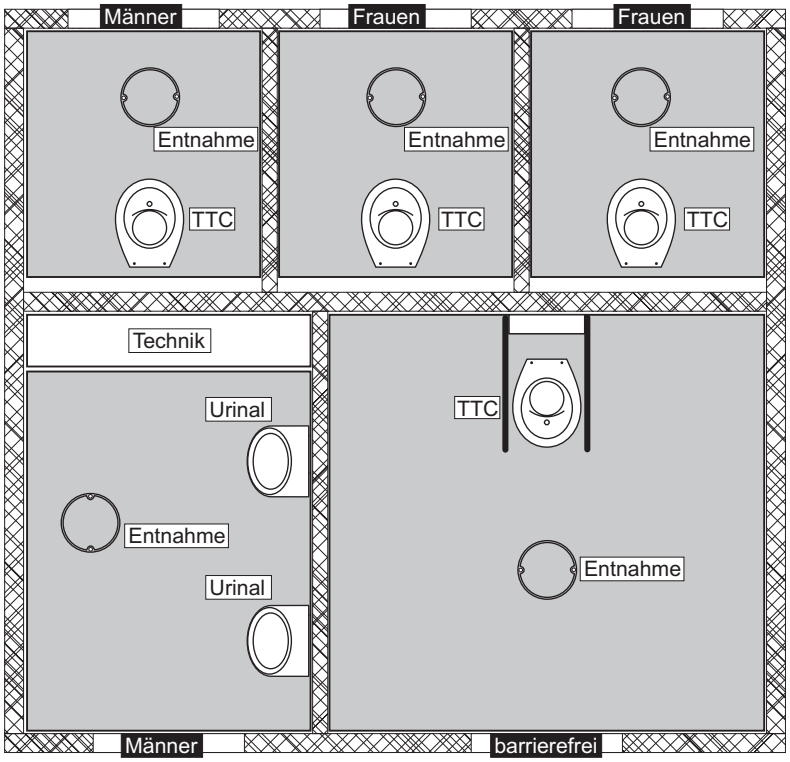


Toilettenanlage mit barrierefreier Toilette

mit vier Toiletten und zwei Urinalen.

1.600 l Fäkalien- und 6.000 l Urinsammelvolumen entsprechen etwa 23.000 Benutzungen.

Die Außenmaße der Toilettenanlage (ohne Dach) betragen etwa [L x B] 4,2 m x 4,0 m.



der kombinierte Fäkalien-Urin-Behälter GOLDGRUBE ist patentrechtlich geschützt

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel

Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Stand 09/08

Abbildungen ähnlich, technische und preisliche Änderungen vorbehalten

TROCKENTRENNTOILETTE

TTC - HOLZ

geruchsfrei, einfach, funktionssicher

Bei dieser Trockentrenntoilette -TTC- bilden der Toilettenstuhl und der Sammelbehälter eine Einheit. Dadurch kann sie auf einen vorhandenen, trockenen Fußboden aufgestellt werden.

Der stabile Toilettenstuhl aus grober Holzspanplatte schafft ein dekoratives Gesamtbild. Der Toilettendeckel besteht aus Massivholz, darunter die Urintrennung und der Sammelbehälter aus umweltverträglichem Kunststoff (PE).

Der rechteckige 25 Liter Sammelbehälter ist für die Benutzung von einer Person für mindestens vier Wochen ausreichend.

Die Entnahme erfolgt seitlich, bei geöffneter Entnahmeklappe, durch herausziehen des Sammelbehälters.

Der Urinabfluß ist als Schlauch an der Rückwand aus der Toilette geführt. Mit einem Übergangsstück kann dieser an ein übliches Abwasserrohr angeschlossen (DN 40 mm) werden.

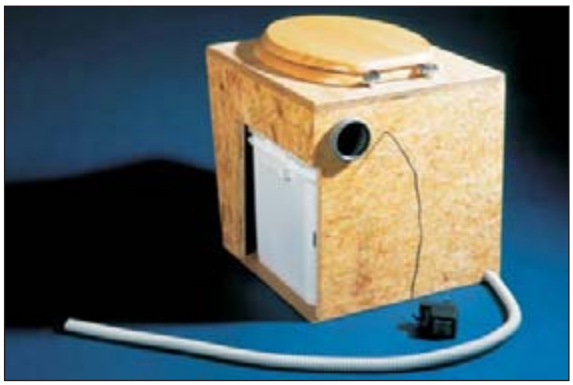
Ebenfalls an der Rückwand befindet sich der Anschluß der Entlüftungsleitung. Diese kann mit handelsüblichen Abwasserrohr (DN 70) direkt nach außen oder über das Dach geführt werden. Im Toilettenstuhl ist ein sehr kleiner Ventilator (12V=; 0,5 W) installiert.

Diese Toilette ist geruchsfrei!

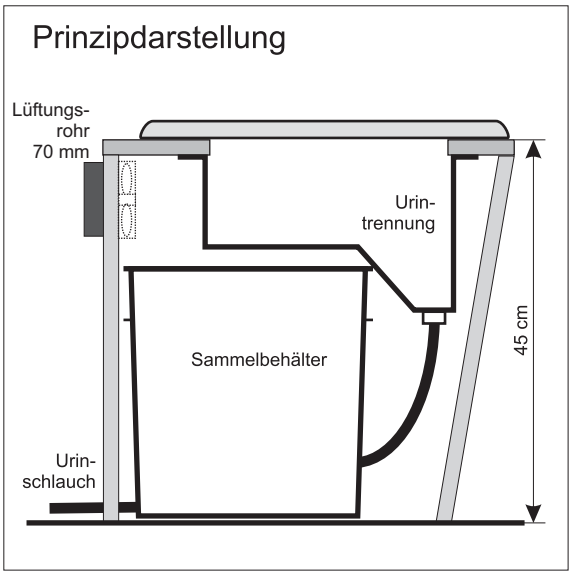
Einstreu wird in den entleerten Sammelbehälter, vor dem Neueinsetzen (etwa 5 cm Schichtdicke) und vor der Entnahme auf die Fäkalien gegeben. Das Einstreuen nach jeder Benutzung ist nicht notwendig.

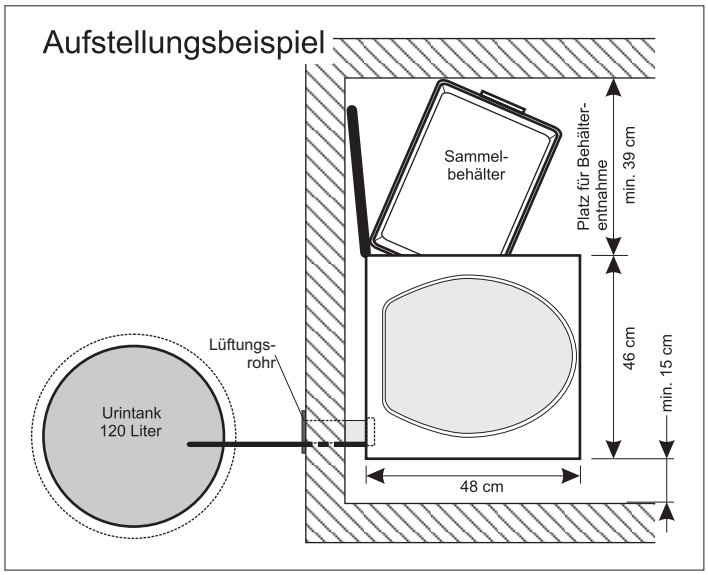
Urintrennung aus Kunststoff

Entnahme des Sammelbehälters



Ansicht der Rückseite, mit Urinschlauch, Lüftungsrohr und Netzteil





Die Aufstellung soll in einem trockenen Raum, ohne Bodenfeuchte erfolgen. Die Mindestraumbreite beträgt ein Meter. Mit zwei Winkeln und Schrauben kann die Toilette an der Hinterseite am Fußboden fixiert werden. Die Toilette kann auch in einem gesonderten Toilettenhäuschen aufgestellt werden.

Bei der Standardvariante ist die Entnahme nach rechts vorgesehen. Der Urinablauf und die Entlüftungsanschluß befinden sich an der Rückwand links bzw. rechts. Die Entnahme nach links kann ebenfalls geliefert werden, die Anschlüsse sind entsprechend geändert. Weitere Anschlußmöglichkeiten der Entlüftung sind auf Wunsch lieferbar.

Die Oberflächen sind geölt und der Toilettensitz ist aus Holz.

Die beiden angebotenen Varianten unterscheiden sich im Material des Grundkörpers.

HOLZ I
Toilettenstuhl aus OSB-Platte,
Preis: 420,- €

HOLZ II
Toilettenstuhl aus Massivholz
(Dreischichtplatte), Preis: 450,- €

alle Preise inklusive MwSt.

Lieferumfang
- Toilettenstuhl einschließlich Deckel (Brille), 25 Liter Sammelbehälter, installiertem Lüfter, Netzteil, Anschluß für Entlüftungs-rohr (DN 70), Urinschlauch (ca. 1 m; 3/4”), Bedienungsanleitung

Zubehör
- Urintank 300 Liter; 1.000 Liter ...
- Übergangsstücken von Schlauch auf Abwasserrohr DN 40

Versand (innerhalb Deutschland)
- per Vorkasse 25,- €
- Nachnahme 35,- €

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing.(FH) Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Stand 09/08
Abbildungen ähnlich, technische und preisliche Änderungen vorbehalten

Komposttoilette Holz

die kleine Trockentrenntoilette - geruchsfrei, einfach und funktionssicher

Die **Komposttoilette Holz** besticht durch ihr dekoratives Gesamtbild. Der Toilettendeckel besteht aus Massivholz, der Toilettenstuhl ist wahlweise in Massivholz oder OSB-Platte erhältlich.

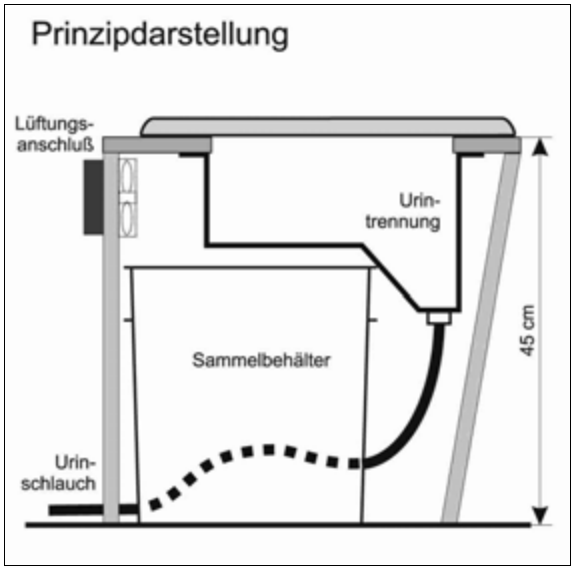
Sie besitzt eine **Urinabtrennung** und einen **25l-Sammelbehälter** (für Fäkalien und Papier) aus umweltverträglichem Kunststoff (PE). Der Urin wird abgeleitet und die Fäkalien Sammelbehälter aufgefangen, so dass sie leicht kompostiert werden können.

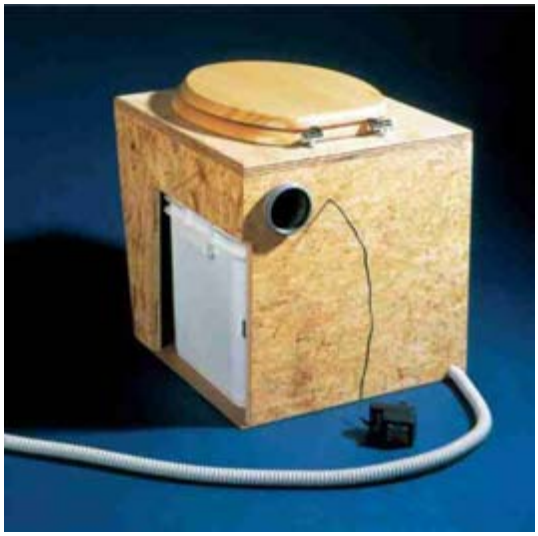
Der rechteckige **25l-Sammelbehälter** ist für die Benutzung von einer Personen für mindestens vier Wochen ausreichend.

Der **Urinabfluss** ist als Schlauch an der Rückwand aus der Toilette geführt. Mit einem Übergangsstück kann dieser an ein übliches Abwasserrohr angeschlossen (40/50 mm) werden.

Ebenfalls an der Rückwand befindet sich der Anschluss der Entlüftungsleitung. Diese kann mit handelsüblichen Abwasserrohr (HT DN 70) direkt nach außen oder über das Dach geführt werden. Im Toilettenstuhl an der Entlüftungsleitung ist ein kleinen Ventilator (12V=; 0,6 W) installiert. Dadurch wird ein beständiger Luftstrom erzeugt, der durch die Abluftleitung ins Freie geführt wird. Zusätzlich beschleunigt der Luftstrom den Trocknungsprozess.
Damit ist die 'Komposttoilette Holz' absolut geruchsfrei!

Urinabtrennung aus Kunststoff

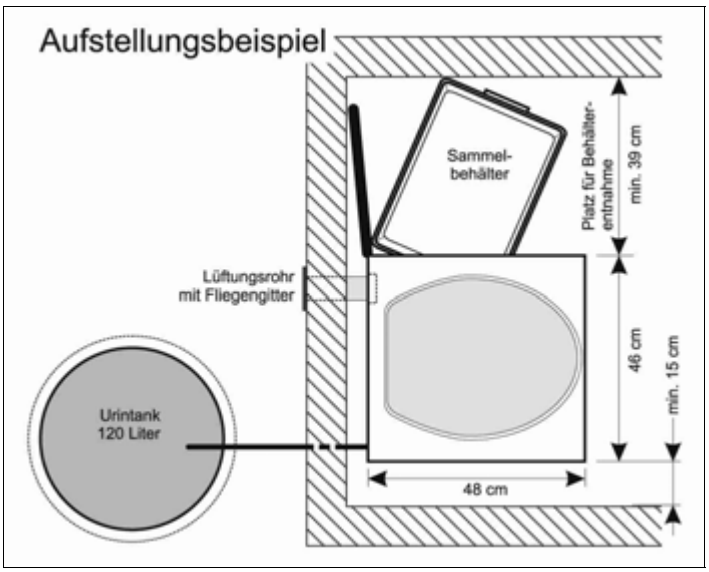




Ansicht der Rückseite, mit Urinschlauch, Lüftungsrohr und Netzteil

Installation
Die Aufstellung soll in einem trockenen Raum, ohne Bodenfeuchte erfolgen. Die Mindestraumbreite beträgt 1 Meter. Mit zwei Schrauben an der Hinterseite kann die Toilette am Fußboden fixiert werden. Die Toilette kann auch in einem gesonderten Toilettenhäuschen aufgestellt werden.

Bei der Standardvariante ist die Entnahme nach rechts vorgesehen. Der Urinablauf und die Entlüftungsanschluss befinden sich an der Rückwand links bzw. rechts. Die Entnahme nach links kann ebenfalls geliefert werden, die Anschlüsse sind entsprechend geändert. Weitere Anschlussmöglichkeiten der Entlüftung sind auf Wunsch lieferbar.



Betrieb
Einstreu wird in den entleerten Sammelbehälter, vor dem Neueinsetzen (etwa 5 cm Schichtdicke) und vor der Entnahme auf die Fäkalien gegeben. Das Einstreuen nach jeder Benutzung ist nicht notwendig.

Die Entnahme erfolgt seitlich, bei geöffneter Entnahmeklappe, durch herausziehen des Sammelbehälters.

Modelle
Die 'Komposttoilette Holz gibt es in den folgenden beiden Ausführungen:

HOLZ-OSB
Toilettenstuhl aus OSB-Platte, Brille und Deckel aus Massivholz

HOLZ-MASSIV
Toilettenstuhl aus Massivholz,
obere Fläche Fichte, Brille und Deckel aus Massivholz

Lieferumfang:
Toilettenstuhl einschließlich Brille, 25 Liter Sammelbehälter, installierter Lüfter, Netzteil, Anschluss für Entlüftungsrohr (HT-Rohr DN 70), Urinschlauch (ca. 1 m; 3/4”), Bedienungsanleitung

Zubehör:
Urintanks von 120 Liter bis 6 m³, Übergangsstücken von Schlauch auf Abwasserrohr DN40 oder DN50

NaturBauHof
16845 Roddahn, Dorfstraße 20
Tel 033973 80929
Fax 033973 80930
Mail info@naturbauhof.de
Web www.naturbauhof.de

n a t u r b a u h o f
Zentrum für umweltgerechtes Bauen

Komposttoiletten

umweltfreundlich - hygienisch - wassersparend

SAWI-biocom Rindenschrottoilette
die einfache Lösung fürs Gartenhaus

- Kompaktes Gehäuse aus recyclebaren Kunststoff
- Bedienungsfreundlicher Sammelbehälter aus PE
- Zwei Kammern für Urin und Kot
- Verwendung von Rindenschrot zur Bindung von Flüssigkeit und Geruch
- Lüftung ohne Ventilator

Komposttoilette Holz
die kleine Trockentrenntoilette

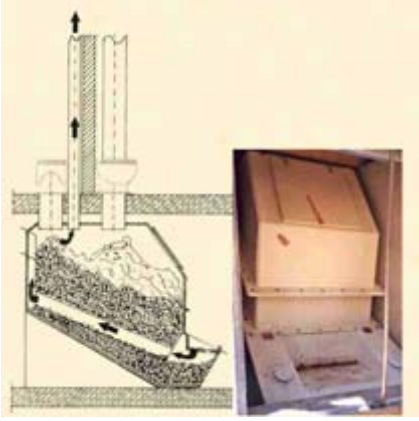
- Toilettenstuhl aus OSB-Platte oder Massivholz
- Sammelbehälter aus PE (25l)
- Urinabtrennung
- Lüftung mit Ventilator (12V/0,6 W)

Selbstbau-Satz
die preiswerte, individuelle Lösung

- Urin-Trenn-Einsatz
- Urinabführung
- Sammelbehälter
- Weiteres Zubehör (nach Bedarf)
- Für einfache Außentoiletten und individuell gestaltete Innentoiletten

Separett Villa
die komfortable Trockentrenntoilette

- modernes Design
- Toilettensitz mit Hygieneklappe
- Sammelbehälter mit Drehmechanismus
- Urinabtrennung
- spezieller Kindersitz
- Lüftung mit Ventilator (230V oder 12V)



TerraNova-Komposttoilettenanlage
die konsequente Lösung

- biologisches Trockentoilettensystem mit interner Kompostierung
- geeignet für Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Toilettensitze mit oder ohne Urinabtrennung
- großer Kompostbehälter für Fäkalien, Urin und Küchenabfälle
- liefert fertigen Kompost

AQUATRON-System
Komposttoiletten für wassersparende WCs

- Wasserspültoiletten werden mit Kompostierungsbehältern kombiniert
- Spülvolumen von 3l ausreichend
- Separator zur Trennung von Feststoffen und Flüssigkeiten
- flexibler Standort für den Kompostierungsbehälter
- einfaches, wartungsfreundliches System, das fertigen Kompost liefern kann

Detailliertes Informationsmaterial zu den einzelnen Modellen können Sie bei uns jederzeit anfordern

NaturBauHof
16845 Roddahn, Dorfstraße 20

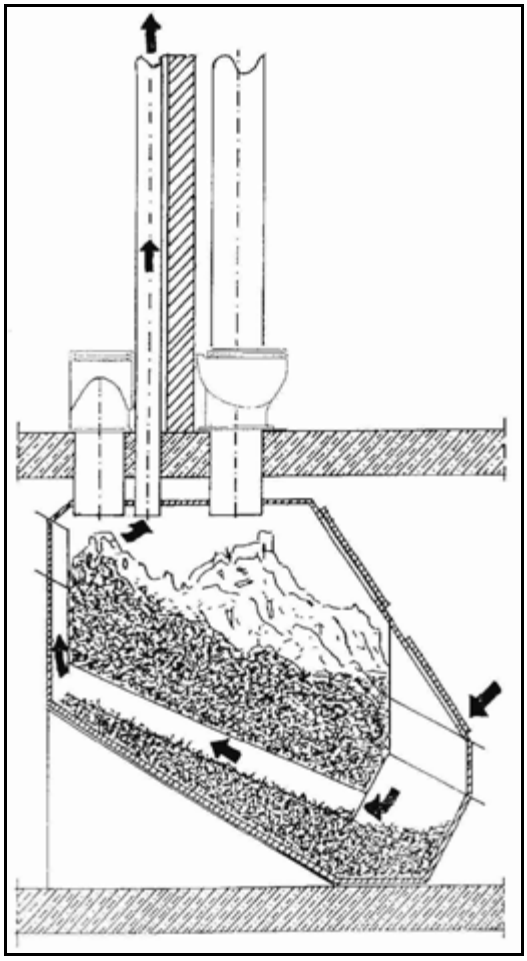
Tel 033973 80929
Fax 033973 80930

Mail info@naturbauhof.de
Web www.naturbauhof.de

naturbauhof
Zentrum für umweltgerechtes Bauen

Ökologisch handeln:
Die TerraNova®-Komposttoilettenanlage
Das biologische Trockentoilettensystem mit interner Kompostierung

- benötigt keinWasser
- produziert Komposterde für Zierflächen im Garten
- entlastet restliches Abwasser
- verwertet menschliche Abfälle, organische Küchen- und Gartenabfälle
- schafft hygienische Verhältnisse
- einfache und saubere Benutzung undWartung
- ein kleiner ökologischer Kreislauf mit nachhaltigem Effekt



Funktionsschema TerraNova®-Komposttoilette

Kompostbehälter für 4-Personen-Haushalt

Kurzbeschreibung der TerraNova®-Komposttoilettenanlage

1. Funktion

Die TerraNova®-Komposttoilettenanlage kompostiert menschliche Abfälle(Fäkalien, Urin), Toilettenpapier und organische Haushalts- und Gartenabfälle zu Komposterde, die für die Bodenverbesserung auf Zierflächen im Garten verwendet werden kann. Dies geschieht mit Hilfe von natürlichen Zersetzungsprozessen über einen Zeitraum von mindestens 2 Jahren. Die Anlage besteht aus einem Behälter, der durch Fallrohre mit den Toiletten verbunden ist. Diese sind mit trichterförmigen herausnehmbaren Einsätzen ausgestattet, die leichtes Reinigen ermöglichen und die Sicht auf die Abfälle verringern. Ein Lüftungssystem, das über Dach mündet und durch einen Ventilator verstärkt wird, sorgt für die notwendige Sauerstoffversorgung und einen geruchfreien Betrieb.

2. Einsatzbereiche

Die TerraNova®-Komposttoilettenanlage eignet sich für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Wochenend- und Ferienhäuser, Wanderhütten, Vereinsheime, Kindergärten, Freizeiteinrichtungen und alle anderen Bereiche, in denen die Unterbringung des Kompostbehälters unterhalb der Toiletten möglich ist. Über 500 Anlagen u.a. in Siedlungen mit über 250 Einwohnern wurden bereits installiert. Die Aufnahmekapazität ist, je nach Behältergröße auf 1-8 Personenhaushalte (entsprechend 5 - 40 Benutzungen/Tag) begrenzt, so daß bei größerem Kapazitätsbedarf weitere Behälter installiert werden müssen.

3. Bauliche Voraussetzungen

Die TerraNova-Komposttoilettenanlage wird unterhalb der senkrecht verlaufenden Fallrohre installiert. Auch kann der Behälter im Bereich der Installationsfläche in das Gebäude integriert werden (Halbkeller), während die Wartung und Entnahme von außen oder einem Nebenraum erfolgt. Wir bieten auch Sitzmodelle an, bei denen der Toilettensitz direkt auf der Installationsfläche befestigt ist.

4.Anschlüsse

Es können bis zu 4 Toiletten (je Toilette 1 Fallrohr) in bis zu 4 Etagen angeschlossen werden. Die Toiletten bestehen aus Sanitärkeramik (ab Frühjahr 2001) oder aus Kunststoff. Bei größerem Kapazitätsbedarf (>4 Pers.)wird der Anschluß einer Separationstoilette oder eines Urinals empfohlen.
Organische Abfälle werden über die Toiletten oder durch separate Abwürfe entsorgt.

5. Betrieb und Wartung

Die TerraNova-Komposttoilettenanlage benötigt eine Zulufttemperatur von mindestens 10°C, die in kälteren Umgebungen z.B. durch solare Warmluftkollektoren erzeugt werden kann. Zur Steuerung des Rotteprozesses müssen den Abfällen in regelmäßigen Wartungsabständen (1x/Monat) Strukturstoffe (Rinde, Holzhäcksel) und Komposthilfsmittel (Mineralien, Aktivatoren) zugemischt werden.

NaturBauHof
-Zentrum für umweltgerechtes Bauen
Dorfstraße 18/20, 16845 Roddahn
Tel 033973-80929 Fax 033973-80930
info@naturbauhof.de www,naturbauhof.de

© 3/2002 Berger Biotechnik GmbH, Hamburg

TROCKENTRENNTOILETTE

TTC - HOLZ

geruchsfrei, einfach, funktionssicher

Bei dieser Trockentrenntoilette -TTC- bilden der Toilettenstuhl und der Sammelbehälter eine Einheit. Dadurch kann sie auf einen vorhandenen, trockenen Fußboden aufgestellt werden.

Der stabile Toilettenstuhl aus grober Holzspanplatte schafft ein dekoratives Gesamtbild. Der Toilettendeckel besteht aus Massivholz, darunter die Urintrennung und der Sammelbehälter aus umweltverträglichem Kunststoff (PE).

Der rechteckige 25 Liter Sammelbehälter ist für die Benutzung von einer Person für mindestens vier Wochen ausreichend.

Die Entnahme erfolgt seitlich, bei geöffneter Entnahmeklappe, durch herausziehen des Sammelbehälters.

Der Urinabfluß ist als Schlauch an der Rückwand aus der Toilette geführt. Mit einem Übergangsstück kann dieser an ein übliches Abwasserrohr angeschlossen (DN 40 mm) werden.

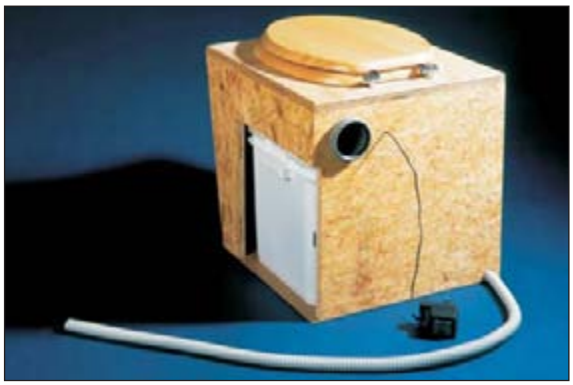
Ebenfalls an der Rückwand befindet sich der Anschluß der Entlüftungsleitung. Diese kann mit handelsüblichen Abwasserrohr (DN 70) direkt nach außen oder über das Dach geführt werden. Im Toilettenstuhl ist ein sehr kleiner Ventilator (12V=; 0,5 W) installiert.

Diese Toilette ist geruchsfrei!

Einstreu wird in den entleerten Sammelbehälter, vor dem Neueinsetzen (etwa 5 cm Schichtdicke) und vor der Entnahme auf die Fäkalien gegeben. Das Einstreuen nach jeder Benutzung ist nicht notwendig.

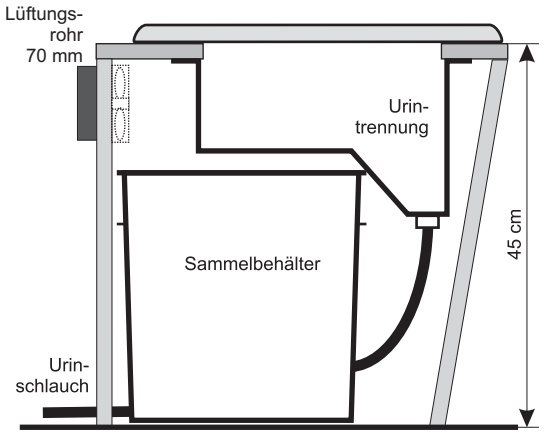
Urintrennung aus Kunststoff

Entnahme des Sammelbehälters

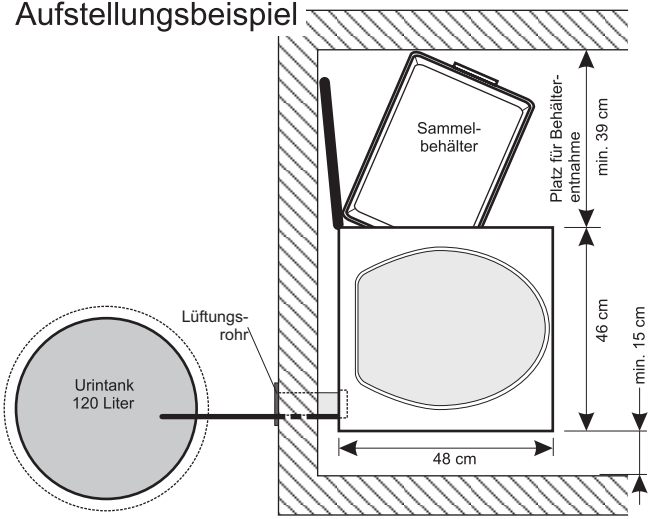


Ansicht der Rückseite, mit Urinschlauch, Lüftungsrohr und Netzteil

Prinzipdarstellung



Aufstellungsbeispiel

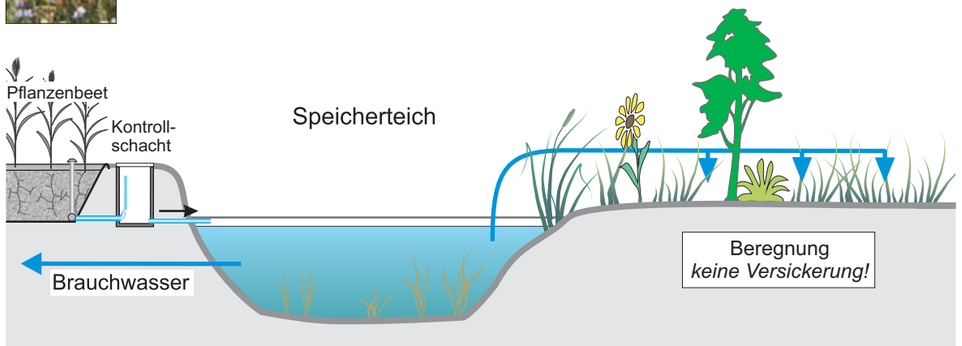


Beregnung

Besonders in Ostdeutschland mit Nieder-schlagsmengen von 500-600 mm im Jahr besteht im Sommer ein echter Beregnungswasserbedarf. Dafür muß nicht wertvolles Trinkwasser genutzt werden.

Das Beregnungswasser wird von den Pflanzen aufgenommen. Eine Versickerung findet nicht statt, das Wasser wird vollständig verwertet. Dazu ist bei normalen Randbedingungen eine Beregnungsfläche von mindesten 150 m² je Einwohner notwendig.

Gartenberegnung



Eisvogel am Speicherteich

... im Winter

Kosten-
vergleich

Eine Beispielrechnung für vier Einwohner:

	häusliches Abwasser	Grauwasser
Vorreinigung	Dreikammergrube 6 m³	keine (im Pflanzenbeet)
Gesamtfläche	33 m²	13 m²
Preis* (incl. MwSt.)	4.100,- €	1.800,- €

* Bausatzpreise, einschließlich Kies, Gehwegplatten, Vorreinigung; ohne Bau und Lieferung

siehe Infoblätter Bausätze Pflanzenkläranlagen :
“PFLANZENKLÄRANLAGE - vollbiologische Kläranlage für häusliches Abwasser (nach DIN 4261)”
“PFLANZENKLÄRANLAGE - vollbiologische Kläranlage für Grauwasser”

Planung
Beratung
Verkauf

BÜRO HOLZAPFEL
Dipl.-Ing. Karsten Holzapfel
Ökologische Abwasserkonzepte
Naturnahe Kläranlagen
Abwassernutzung
Komposttoiletten

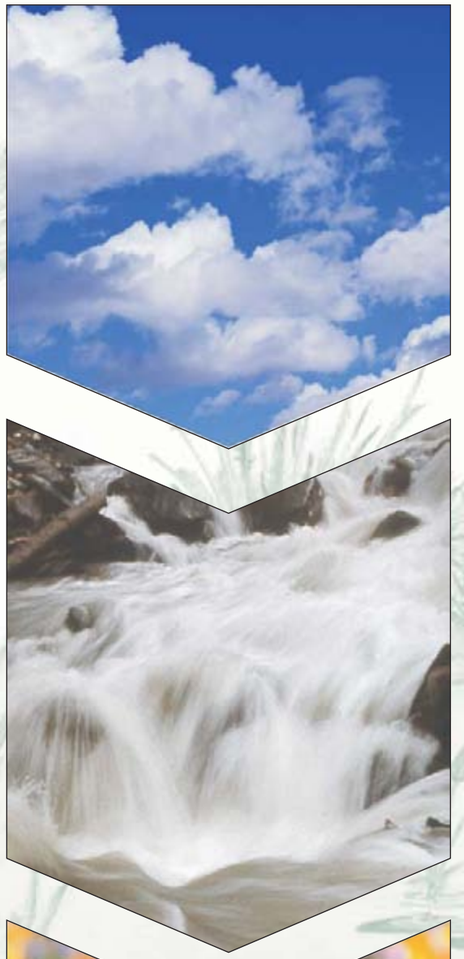
99334 Kirchheim Pfarrweg 125 Tel 036 200 / 61 77 6
e-Mail info@bueroholzapfel.de Fax 61 71 9
Internet www.bueroholzapfel.de

Ausgabe 11/08; Gestaltung K. Holzapfel; Fotos K. Holzapfel

KREISLÄUFE SCHLIESSEN

PFLANZEN-KLÄRANLAGEN

ABWASSER-VERWERTUNG



BÜRO HOLZAPFEL / KIRCHHEIM

Pflanzen-kläranlage

An flachen Ufern von Teichen und Seen, auf nassen, sumpfigen Böden wächst eine einzigartige Flora - die Sumpfpflanzen. Spezielle Fähigkeiten dieser Sumpfpflanzen können genutzt werden, um Abwasser zu reinigen, indem ein Feuchtgebiet als - Pflanzenkläranlage - künstlich geschaffen wird.

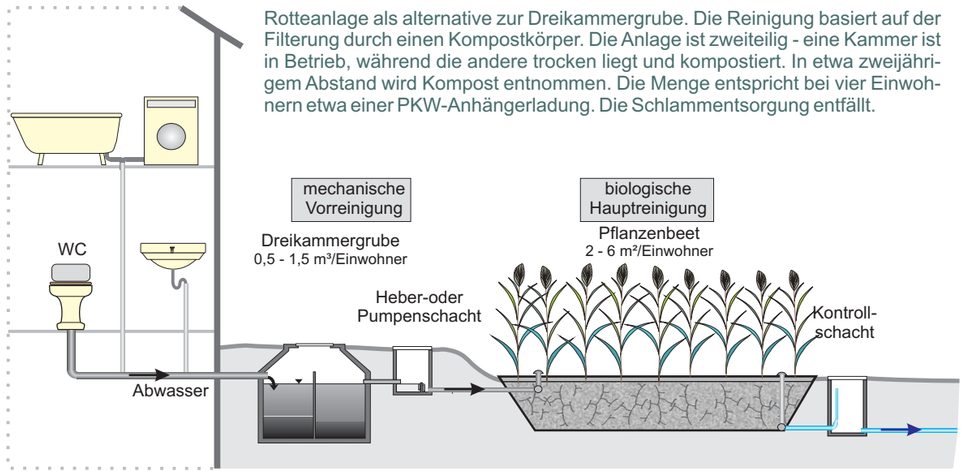
Eine solche Sumpffläche, mit einem dichten, zwei bis drei Meter hohen Bewuchs aus Schilfpflanzen, ist schwer als Kläranlage zu erkennen.

„Normales“ häusliches Abwasser wird zunächst in einer Vorreinigung von groben Bestandteilen befreit und fließt über den Heberschacht in das Pflanzenbeet. Das Abwasser wird in die Anlage eingebracht, durchsikkert den durchwurzelten Boden und wird durch das Zusammenwirken von Mikroorganismen, Boden- und Sandteilen sowie den Wurzeln der Schilfpflanzen vollbiologisch gereinigt und verläßt über den Kontrollschacht die Kläranlage.

Die Größe der Pflanzenbeetoberfläche liegt, je nach Verfahren und Abwasserart, zwischen 2 und 6 m² je Einwohner. Die Ablaufwerte erfüllen die gesetzlichen Anforderungen und das Wasser kann in einen Bach oder Fluß geleitet oder versickert werden. Die Anlagen sind auf einen sicheren Winterbetrieb ausgelegt und arbeiten energielos und geruchsfrei.

Prinzip

Rotteanlage als alternative zur Dreikammergrube. Die Reinigung basiert auf der Filterung durch einen Kompostkörper. Die Anlage ist zweiteilig - eine Kammer ist in Betrieb, während die andere trocken liegt und kompostiert. In etwa zweijährigem Abstand wird Kompost entnommen. Die Menge entspricht bei vier Einwohnern etwa einer PKW-Anhängerladung. Die Schlammentsorgung entfällt.



Vorteile

Pflanzenbeet für Einfamilienhaus

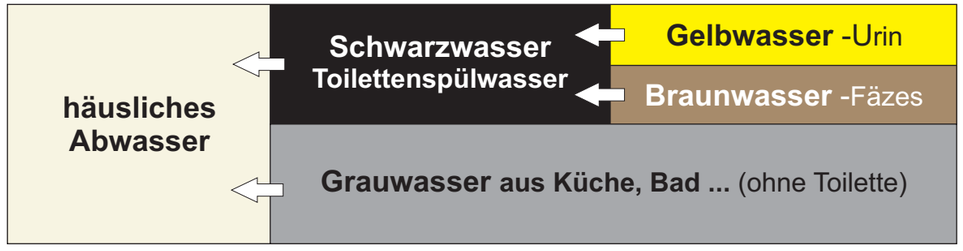
VORTEILE
- keine oder geringe technische Ausrüstungen
- kein Energiebedarf (bei ausreichendem Geländefälle)
- wartungsarm
- niedrige Betriebskosten
- Bau vollständig in Eigenleistung möglich
- Bereicherung für Landschaft und Garten
- geeignet bei schwankenden Abwasseranfall
- sichere Ablaufwerte, hohe Keimreduzierung

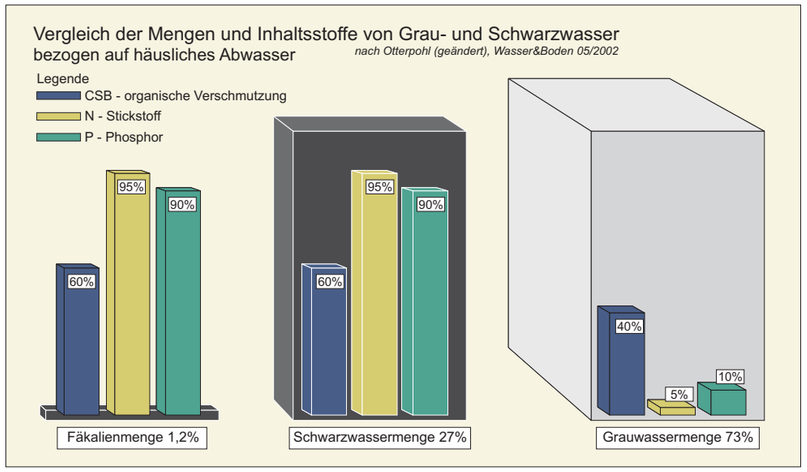
NACHTEIL
- hoher Flächenbedarf

Was ist Abwasser?

Häusliches Abwasser besteht aus ***Schwarz-*** und ***Grauwasser. Schwarzwasser*** ist das Toilettenspülwasser, welches sich weiter in Gelbwasser (Urin) und Braunwasser (Fäkalien) aufteilt. Schwarzwasser mit nur 25-30% des Gesamtabwassers enthält die größte Verschmutzung.

Grauwasser ist das restliche Abwasser aus Küche und Bad. Es ist nährstoffarm, organisch gering verschmutzt und weitgehend frei von Keimen der Darmflora. Durch die Trennung ergeben sich völlig neue Reinigungs- und Verwertungsmöglichkeiten.



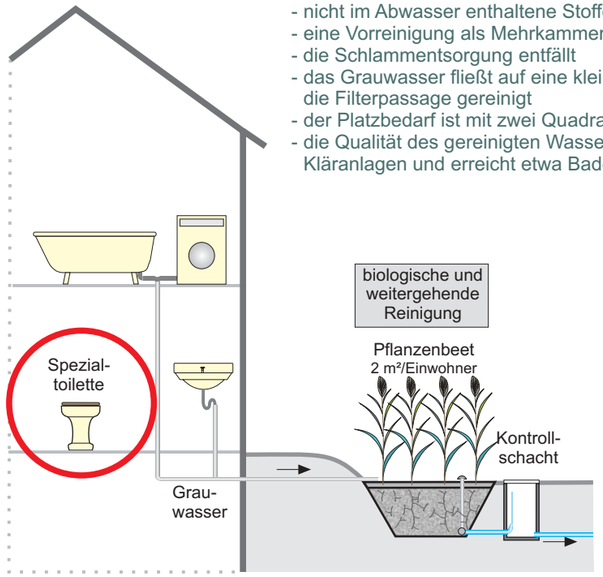


Was ist Abwasser?

Durch moderne Trenntoiletten kann der Spülwasseranteil im Schmutzwasser je nach Toilettenbauart bis auf Null reduziert werden. Damit sind die oben genannten Stoffe (CSB, N, P) in einem Volumen (Urin+Fäkalien) von etwa 1% des häuslichen Abwassers enthalten. Die Konzentration der Stoffe ist so hoch, daß eine Nutzung realistisch ist.

Grau-wasser-reinigung

- nicht im Abwasser enthaltene Stoffe, brauchen nicht entfernt zu werden
- eine Vorreinigung als Mehrkammergrube ist nicht notwendig
- die Schlammentsorgung entfällt
- das Grauwasser fließt auf eine kleine Pflanzenkläranlage und wird durch die Filterpassage gereinigt
- der Platzbedarf ist mit zwei Quadratmeter je Einwohner gering
- die Qualität des gereinigten Wassers ist weit besser als von üblichen Kläranlagen und erreicht etwa Badewasserqualität



Pflanzenbeet für Grauwasser

Wasser-verwertung

Speicherteich

Weitgehend unabhängig von der Abwasserart, kann das gereinigte Abwasser in einen Teich geleitet und im Sommer zur Beregnung von Gartenflächen und als Brauchwasser im Haus genutzt werden.

Der Teich kann nach ästhetischen Gesichtspunkten gestaltet werden - er wird zu einer “Perle” im Garten und einer Bereicherung für die Pflanzen- und Tierwelt.

Der Speicherteich wird so bemessen, daß das im Winter zulaufende, gereinigte Abwasser gesammelt und im Sommer vollständig zur Beregnung genutzt wird. Dazu ist eine Teichgröße von ca. 25 m³/Einwohner notwendig.

Pflanzenkläranlage und Speicherteich