

Vorhabensbeschreibung zur Einrichtung einer  
**Komposttoilette und Klärgrube**

Naturnahe Abwasserreinigung für die Gemeinde Sharamentsa im Regenwald.

Inhaltsverzeichnis:

1. Vorstellung des Amazonica-Projekts
2. Gesamtkonzept der Abwasserreinigung
3. Einführung in die Schmutzwasserproblematik
4. Funktionsweise der Komposttoilette
5. Klärgrube mit nachgeschalteter Schlammbehandlung
6. Parameterbestimmung vor Ort

### **1. Vorstellung des Amazonica-Projekts**

Das Siedlungsgebiet der Achuar-Gemeinde Sharamentsa liegt im Nordwesten des Amazonasbeckens, bis heute hauptsächlich Primärwald, in den ecuadorianischen Provinzen Pastaza und Morona Santiago. Im Rahmen des Projekts werden zwei Forschungsstationen in Yuwientsa und in Sharamentsa entwickelt. Diese liegen circa eine Flugstunde voneinander entfernt. Die Achuar in dem Dorf Sharamentsa haben eine Vision: Sie wollen in ihrem Wald ein selbstbestimmtes Leben führen, ihr Land nicht den Holzfällern oder Ölfirmen überlassen. Grundlage der Projektplanung von Amazonica ist die Zieldefinition: Schaffung einer tourismusbasierten Einkommensquelle für die Achuar unter Wahrung der sozialen, kulturellen und ökologischen Integrität der Gemeinde und unter dem Schutz des Lebensraumes Urwald. So kam die Idee für den Wissenschaftstourismus zustande. Studierende, Dozenten und Forscher sind gleichsam ‚Touristen‘, doch im Gegensatz zu den anderen kommen sie mit einer Aufgabe, einem Forschungsprojekt. [1] Ein Ziel der Urwalduniversität ist es, den Indígenas aus der Umgebung Wissen zu vermitteln und ihnen neue Ausbildungsmöglichkeiten anzubieten. Die Einfachheit in der Konstruktion, der Nachhaltigkeit, der Materialien und den Kosten einer Abwasseranlage kann insofern ein Beispiel für umliegenden Gemeinden sein, die wahrscheinlich sie selben Probleme und Bedürfnisse in der eigenen Gemeinde haben. Im Dorf Sharamentsa betrachten wir die Planung der Abwasserbehandlung für das Forschungsgebiet (siehe Abb.1: v.a. 1, 4, 5) und die Wohneinheiten der Indígenas (siehe Abb.1: 13-27). Jede Hütte verfügt über eine Trinkwasserversorgung, doch das verschmutzte Wasser wird zur Zeit der Natur ungereinigt zurück gegeben. [2] Die Selbstreinigungskräfte der Flüsse sind begrenzt und können nur einen Teil der Schadstoffe des Abwassers eliminieren. Eine Abwasserbehandlungsanlage ist unumgänglich. Die Planung und die spätere Umsetzung dieser erfolgt zunächst für das Dorf Sharamentsa. Für das Dorf Yuwientsa soll diese Planung dann angepasst werden, da die Verhältnisse in allen Aspekten weitgehend deckungsgleich sind.

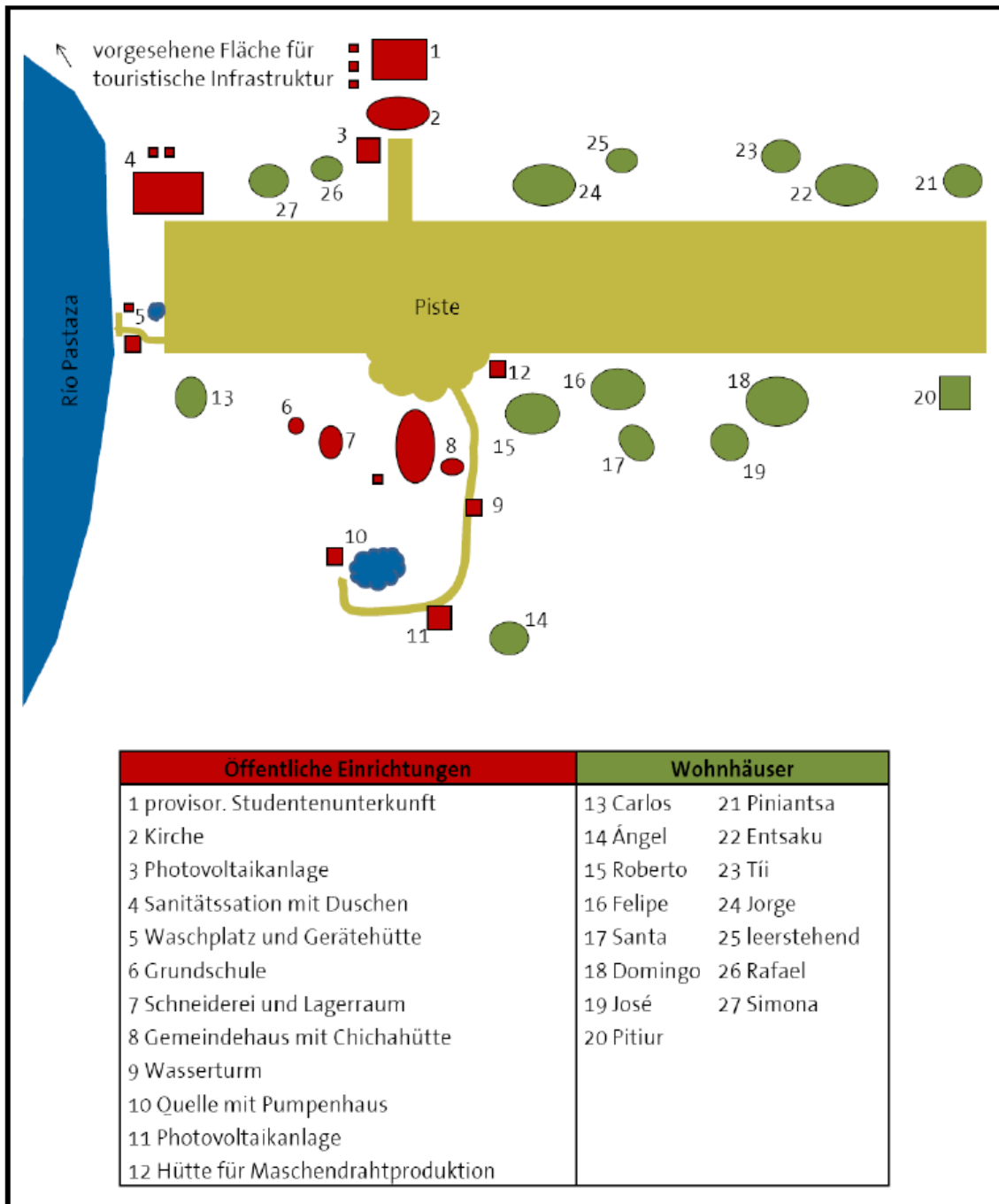


Abbildung 1: Skizze Sharamentsa (nicht maßstäblich) [Schelling H., Hochschule München]

## 2. Gesamtkonzept der Abwasserreinigung

Bei dem Gesamtkonzept der Abwasserreinigung ist es sehr wichtig, so wenig wie möglich in die Natur einzugreifen. Dafür werden ökologische Herangehensweisen untersucht und gegebenenfalls neue Methoden entwickelt.

Nach dem Arbeitsblatt ATV-A 122, A 126 wird eine kleine Kläranlage für einen Tageszufluss von über 8 m<sup>3</sup>/d Schmutzwasser von mehr als 50 angeschlossenen Einwohnern definiert. [3] Die Planung für

## Vorhabensbeschreibung

unsere Abwasserbehandlungsanlage in Sharamentsa wird für 100 Einwohner ausgelegt und erfüllt somit die Grundbedingung einer Kleinen Kläranlage.

Das gesamte Projekt der Abwasserbehandlung besteht aus zwei Stufen; die mechanische und die biologische Reinigungsstufe. Dazu werden zwei Möglichkeiten geprüft. Die Grundidee beinhaltet die Separierung von Fäkalien und Urin mithilfe von Komposttoiletten und einer Pflanzenkläranlage mit nachgeschaltetem Schönungsteich. Die Ersatzmöglichkeit besteht aus einer Klärgrube. Die Schlammrückstände aus dieser werden in einem separaten System nachbehandelt. Wie bei der ersten Alternative wird als nachfolgende biologische Reinigungsstufe eine Pflanzenkläranlage gesetzt. Der botanische Teil des Gesamtkonzepts ergibt ein separates Forschungsthema, auf das in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen wird.

### **3. Einführung in die Schmutzwasserproblematik**

Eine Person produziert etwa 500 Liter Urin und 50 Liter Fäkalien pro Jahr (= Schwarzwasser). Hat diese Person Zugang zu Leitungswasser produziert sie zusätzlich 20.000 bis 100.000 Liter Abwasser, das sogenannte Grauwasser. Schwarz- und Grauwasser haben sehr unterschiedliche Eigenschaften. Darum ist es wichtig das Schmutz- und Grauwasser nicht zu vermischen, sondern getrennt zu behandeln, denn so können die daraus gewonnenen Nährstoffe später sinnvoll weiterverwendet werden. [4] Das im Schwarzwasser enthaltene gelbe Wasser (Urin) enthält viele der wertvollen löslichen Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium. Das Grauwasser, das nicht aus menschlichen Ausscheidungen besteht, ist eine große Ressource für die hochwertige Wiederverwendung von sauberem Wasser. Da die hygienische Gefahr von Abwasser fast ausschließlich auf die Fäkalien zurückzuführen ist, verdeutlicht dies die Wichtigkeit einer Trennung von Schwarz- und Grauwasser. [5] Die vielen Probleme der Bewohner in Sharamentsa aufgrund der Keimbelastung reduzieren sich bereits deutlich mit einer einfachen Abwasserreinigungsanlage.

### **4. Grundidee: Komposttoilette**

Die beste Methode einer Abwasserbehandlung ist die Vermeidung von Abwasser. Daraus hat sich die Grundidee dieser Forschungsarbeit entwickelt, denn eine Komposttoilette verbraucht kein Wasser. Es kann somit auf eine aufwändige Kanalisation, Vorklärung und groß dimensionierte biologische Reinigungsstufe verzichtet werden. [6] Die Behandlung des Grauwassers ist hierbei ausreichend, die Aufbereitung findet durch die Pflanzenkläranlage statt. Die Komposttoilette kann sehr unterschiedlich gestaltet werden, sie muss direkt auf die Bedürfnisse der Dorfbewohner und auf die dortigen Naturgegebenheiten angepasst werden. Sie ist preiswert, leicht zu bauen und einfach zu unterhalten [7] und entspricht somit den Anforderungen der Gemeinde Sharamentsa.

In der Fachliteratur wird oft auf die Vorteile der Urinentrennung verwiesen, da sich sonst eine anaerobe (=unbelüftete) Zersetzung einstellt. Der Urin kann entweder verdünnt als nährstoffreicher Flüssigdünger ausgebracht oder dem Grauwasser zugegeben werden. Der Fäkalien Schlamm kann zur Kompostierung verwendet werden. [6] Bei der Benutzung der Komposttoilette kann durch das regelmäßige Hinzufügen von Bodenerde, Holzasche oder Blättern, der Fäkalien Schlamm in einem schnelleren Tempo zum Kompost umgewandelt werden. [7],[8] Die hierbei mit zugegebenen Mikroorganismen fördern die aerobe Zersetzung. Durch die tägliche Zugabe dieser werden Fliegen

und Gerüche reduziert. [9] Der Prozess kann in einem großen Behälter an Ort und Stelle stattfinden oder auf einer separaten Kompostanlage. Hierbei wird der Kompost humid und die Temperatur stets auf 45 bis 55°C gehalten. Nach ca. 2-3 Monaten entsteht Kompost. [10] Der Kompostschlamm kann dann im Gemüsegarten und auch für wachsende Bäume als wertvoller Dünger verwendet werden. [7]

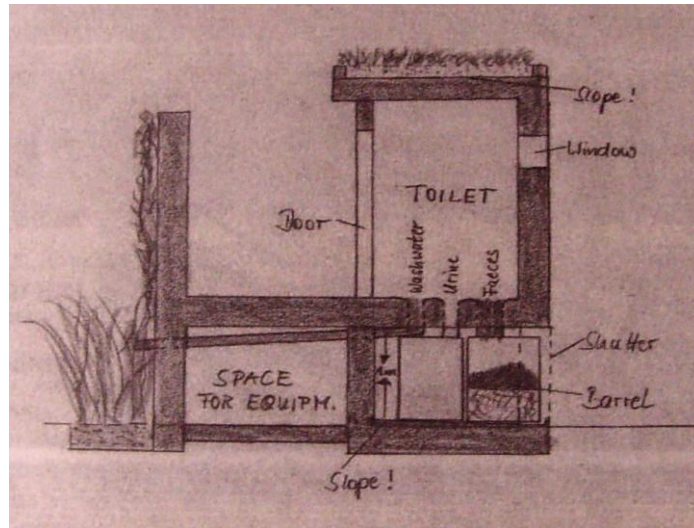


Abbildung 2: Komposttoilette mit einer Fäkalien- Urin Trennung [10]

### 5. Ersatzmöglichkeit: Klärgrube mit nachgeschalteter Schlammbehandlung

Als Ersatzmöglichkeit ist eine Klärgrube vorgesehen. In der Fachliteratur wird oft von einem Klärgrubensystem ausgegangen, welches die Klärgrube mit nachgeschalteter Sickergrube beinhaltet. [11] Die Bodenzustände vor Ort in Sharamentsa eignen sich jedoch nicht für eine natürliche Versickerung. Aus diesem Grund hat man sich mit verschiedenen Verfahrensweisen auseinandergesetzt und letztendlich für die Pflanzenkläranlage entschieden. Dieses naturnahe System lässt sich in die dortige Umgebung sehr gut einbinden. Die Effizienz der Prozesskombination wird im Lauf der Forschungsarbeit anhand von Abschätzungen und Modellierungen überprüft. Bei der Klärgrube handelt es sich um einen Behälter (Beton, Fiberglas oder Polyethylen), in dem sich die ungelösten Anteile (vor allem Fäkalien) absetzen. Leichte Stoffe, wie Fette und Öle schwimmen auf der Oberfläche und bilden die Schaumphase. Zwischen diesen beiden Schichten befindet sich das geklärte Abwasser, welches die löslichen Inhaltsstoffe enthält. Dieser flüssige Anteil wird in der Pflanzenkläranlage abgeleitet und dort weiterbehandelt. Ein zwei-Kammer Behälter erhöht dabei den Wirkungsgrad des Prozesses. [12] In der Klärgrube findet nicht nur die mechanische Vorklämung statt, in der die absetzbaren Stoffe sedimentiert und abgetrennt werden, sondern auch eine erste biologische Reinigungsstufe. In dem abgesetzten Schlamm entwickeln sich fakultative anaerobische Bakterien, die die organischen Inhaltsstoffe des Abwassers abbauen. Dadurch reduziert sich 50% der abgesetzten Biomasse und somit verringert sich das Schlammvolumen. Es handelt sich um eine anaerobische Degradation, die in verschiedenen Temperaturphasen stattfindet. Die Temperatur und das Schlammalter legen die Effizienz des Prozesses fest. Bei einer Schlammretentionszeit von etwa 20 Tagen und eine Temperatur von 25°C erreicht man einen maximalen CSB-Abbau. [13] Die

## Vorhabensbeschreibung

anaerobe Technik spielt bei kleinen dezentralen Abwasserbehandlungsanlagen eine wichtige Rolle, da sie vollkommen geschlossen ist und keinen direkten Kontakt zur Umwelt hat. [14] Da im Regenwald das ganze Jahr hindurch hohe Temperaturen herrschen, erhöht sich der Leistungsgrad der anaeroben Behandlung: Je höher die Temperatur, desto schneller vermehren sich die Mikroorganismen. Daraus ergibt sich eine höhere Abbaurate. Bei der biologischen Umwandlung von organischen Substraten werden Gase, wie Wasserstoff und Methan, produziert. Diese werden je nach Menge in die Luft ausgeblasen oder zur Biogasproduktion genutzt. Die Effizienz und Nutzbarkeit einer Biogasanlage zur Energiegewinnung errechnet sich anhand der Schmutzwassermenge, die in Sharamentsa vor Ort zu ermitteln ist. [13] Die im unteren Teil der Klärgrube akkumulierte Biomasse soll regelmäßig abgepumpt und in sogenannte Schlammanlagen behandelt werden. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Behandlung, beispielsweise die Klärschlammvererdungsanlage. Bei dieser werden der Überschussschlamm und der Primärschlamm aus der Klärgrube auf ein mit Schilfpflanzen bewachsenes Bett aufgebracht. Durch Ableitung, Verdunstung und Wasseraufnahme des Schilfes reduziert sich der Wassergehalt erheblich. Nach der Ausbildung eines festen Schilfbestandes werden die Beete ein- bis zweimal pro Jahr mit flüssigem Klärschlamm beschickt. Die Kompostschicht wächst ca. 10 cm im Jahr. Nach 5 bis 7 Jahren kann der nährstoffreiche Kompost entnommen und als Düngung eingesetzt werden. [6]

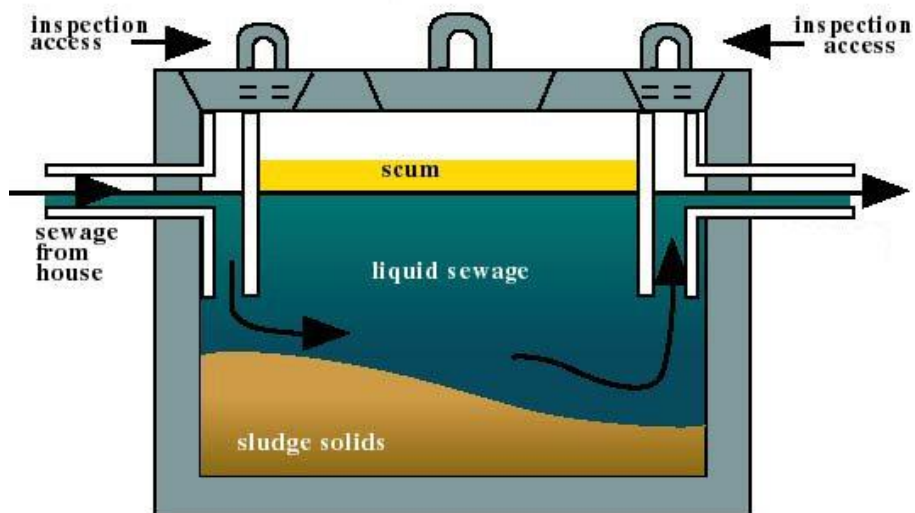


Abbildung 3: Skizze einer einfachen Klärgrube (eine Kammer)

[[www.databaseanswers.org/data\\_models/septic\\_tanks/images/septic\\_tank\\_diagram\\_lqe.jpg](http://www.databaseanswers.org/data_models/septic_tanks/images/septic_tank_diagram_lqe.jpg)]

## 6. Parameterbestimmung vor Ort

Um die Optimierung des gesamten Abwasserbehandlungskonzeptes zu schaffen ist es wesentlich verschiedene Eingangsparameter vor Ort zu bestimmen. Die zu ermittelnden Werte sind der Wasserverbrauch pro Tag und Einwohner und der daraus sich ergebende Abfluss des Schmutzwassers. [3] Den Verbrauch an Wasch-, Reinigungs- und Spülmitteln mit bestimmter Zusammensetzung hängt stark von den hygienischen Gewohnheiten der Bewohner ab. Dies muss im

## Vorhabensbeschreibung

Dorf getrennt für die Achuar-Indianer und die Studenten betrachtet werden. Untersucht wird welche Möglichkeit anwendbar ist. Eventuell ist für das Forschungszentrum eine Kleinkläranlage mit Klärgrube und Pflanzenkläranlage am sinnvollsten, da hier verschiedenes Schmutzwasser zentral anfällt. Bei den einzelnen Wohneinheiten der Achuas fällt nur Schwarzwasser an und somit ist die Trennung der Fäkalien und des Urins mithilfe einer Komposttoilette die optimale Lösung. Hierfür können wir bereits Angaben mit Hilfe von Schätzwerten formulieren, doch die letztendliche Zahl ist von den örtlichen Gegebenheiten, der Auslegung des Dorfes und den Gewohnheiten der Bewohner abhängig. Eine mögliche Standortlage für das Gesamtkonzept, wird je nach Bodenbeschaffenheit für den Bau einer Klärgrube bzw. der Komposttoiletten festgestellt. Wichtig ist vorallem für die Wahl der Standortlage und die spätere Wartung der Anlage die Zusammenarbeit und das Gespräch mit den Bewohnern. Zu Überprüfen ist außerdem das Anwendungsfeld von Dünger in der Landwirtschaft. Durch die hohen Transportkosten ergibt für die spätere Realisierung die Beschränkung auf Materialien und Werkstoffe, die vor Ort vorhanden sind. Die mögliche Verwendung dieser muss dort so weit wie möglich überprüft werden. Dies unterstützt unser Leitbild der Nachhaltigkeit.

## Fachliteratur

1. Zeitschrift Passport Tourismus Management,(2009): *Edition Ecuador*, Hochschule für angewandte Wissenschaften FH München
2. TV-Dokumentation Abenteuer Wissen (25.11.2009): *Helden des Klimas – Teil 1, Paradies in Gefahr*, ZDF
3. Wiedenhöft, C. (2000): *Abwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen*, Bundesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, S.7-15
4. Werner C., Schlick J., Witte G., Hildebrandt A. (2000): *International Symposium, ecosan - closing the loop in wastewater management and sanitation*, Bonn, S. 64-70
5. Lindner, B. (2008): *The black water loop*, Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 68, Hamburg, S. 5-18
6. Lack, W. (2006): *Abwasserreinigung mit Pflanzen*, Ökobuch-Verlag, Stufen bei Freiburg, S. 48-54; 62-70
7. Morgan P. (2007): *Toilets That Make Compost: Low-cost, sanitary toilets that producevaluable compost for crops in an African context*, EcoSanRes, Stockholm Environment Institute, S. 1-5
8. Kutzt, C. (1993): *Das Kompost-Klo! Einfälle statt Abfälle*, Christian Kutzt-Verlag, S.3-6
9. Lorenz-Ladener, C. (1992): *Kompost-Toiletten*, Ökobuch-Verlag, Stauben bei Freiburg S.54-56
10. Werner, C. (2004): *Ecosan - closing the loop: Source Separation – new toilets for Indian slums*, GTZ, Eschborn, S. 155-162
11. Davis, M.; Masten, S. (2004): *Principles of Environmental Engineering and Science*, McGraw-Hill, New York, S. 375-378
12. Tschobanoglus, G.; Burton, F.; Stensel, D. (1998): *Ingeniería de Aguas Residuales, Metcalf & Eddy*, Dritte Auflage, New York, S.1162-1167
13. Tschobanoglus, G.; Burton, F.; Stensel, D. (2003): *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, Metcalf & Eddy, Vierte Auflage, New York, S.629-635; 984-991
14. Wildener, P.; Paris, S.; Wiesner J. (2001): *DESAR Kleine Kläranlagen und Wasserwiederverwendung*, Berichte aus Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Technische Universität München, München, S.92

### Weitere Literaturquellen:

Ambros, R., Erhardt M., Kerschbaumer, J. (1998): *Pflanzenkläranlagen selbst gebaut*, Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, S.

Bayern / Landesamt für Umwelt (2006): *Keimbelastung im Umkreis von biologischen Abfallbehandlungsanlagen*, Augsburg

Bischofsberger, W. (2005): *Lexikon der Abwassertechnik*, Vulkan-Verlag, Essen

Kunz, P. (1998): *Behandlung von Schlamm*, Vogel Buchverlag

Wissing, F. (2002): *Wasserreinigung mit Pflanzen*, Ulmer-Verlag, Ulm

<http://cecalaveras.ucdavis.edu/realp.htm>