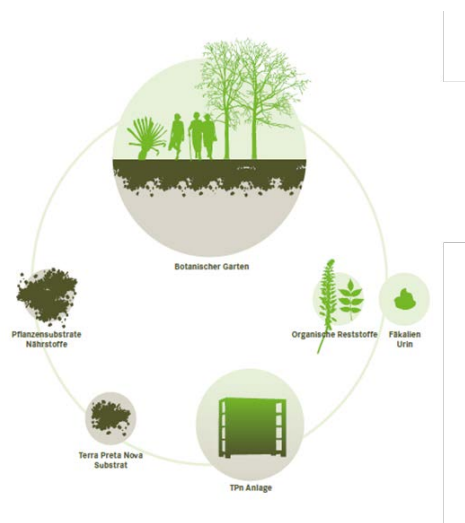


# TERRABOGA

## Projektinformation

### INNOVATIVE SANITÄRSYSTEME

Stand März 2015



#### Forschungsvorhabens (FV):

**Schließung von Kreisläufen durch Energie- und Stoffstrommanagement bei Nutzung der Terra-Preta-Technologie im Botanischen Garten im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz – Modellprojekt Urban Farming (TerraBoGa)**

**Projektlaufzeit:** 01.09.2010 – 30.06.2015

**Förderung:** TerraBoGa ist ein von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtum) des Landes Berlin co-finanziertes Forschungsprojekt im Rahmen des Umweltentlastungsprogramms II (UEP II).

Das Projekt wird zudem aus Mitteln des Europäischen Fond für Regionale Entwicklung (EFRE) – Investition in Ihre Zukunft – gefördert.

**Projektnehmer:** Arbeitsgruppe Geoökologie an der FU Berlin  
**Projektnummer:** 11260UEPII/2

## Einleitung:

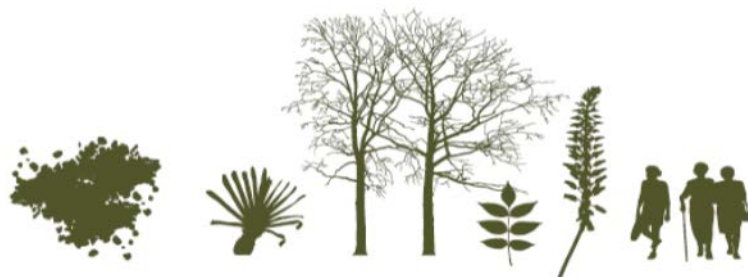
Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur bedeutet, aus einer Entsorgungsaufgabe eine Versorgungslösung zu generieren. Diesen sogenannten Null-Emissions-Ansatz und das damit verbundene Konzept einer (fast) vollständigen Kreislaufwirtschaft wird im Botanische Garten von Berlin im Rahmen eines aus dem Umweltentlastungsprogramm (UEP II) der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojektes modellhaft umgesetzt.

Im Mittelpunkt des Projektes steht die effektive Verwertung von Rest- und Abfallstoffen im Botanischen Garten Berlin.

Neben den pflanzlichen Reststoffen fallen durch Besucher und Mitarbeiter des Botanischen Gartens in nicht unbeträchtlichem Umfang Rohstoffe in Form von Urin und Fäzes an, die in das örtliche Entsorgungssystem einfließen. Ein im Botanischen Garten beispielhaft umzusetzendes innovatives Sanitärkonzept soll eine effektive Aufbereitung und Wiedergewinnung von Nährstoffen (P, N, K) ermöglichen. Die Nährstoffanteile (vor allem Stickstoff, Phosphor und Kalium) stellen im integrierten Ansatz eine wichtige Quelle für den internen Bedarf dar. Bisher zugekaufte Dünger könnten so teilweise ersetzt werden.

Um Nährstoff- und Kohlenstoffverluste zu minimieren, gilt es Urin und Fäkalien nach entsprechender Aufbereitung in den Kreislauf zurückzuführen. Die für die Erhebung der Abfallfrachten wichtigen Parameter wie Besucher- und Mitarbeiterzahl sowie der Wasser- und Toilettenpapierverbrauch wurden aus den Jahren 2008 bis 2010 erhoben. Abhängig von der Nutzerfrequenz, den Volumenströmen des Trinkwassers bzw. Schwarzwassers wurden die spezifischen Frachten (N-, P-, K- und CSB-Frachten) für die jeweiligen Standorte abgeschätzt und analysiert. Den Besuchern im BG stehen insgesamt sechs öffentliche Toilettenanlagen zur Verfügung. Diese WC-Anlagen werden aufgrund ihres Standortes innerhalb des BG unterschiedlich häufig frequentiert.

Die Summe an theoretischer organischer Trockenmasse (oTR) und Nährstoffen die im BG durch die Mitarbeiter und Besucher anfallen, liegt pro Jahr bei ca. 8.800 kg oTR, 190 kg Phosphat und 1600 kg Stickstoff. Diese Werte beziehen sich auf die potenziell nutzbaren Nährstoffe aus den Fäkalien.



## Innovatives Sanitärsystem

Zentrale, konventionelle Wasserver- und Abwasserentsorgungskonzepte, bieten aufgrund hoher Kosten und hohen Wasserverbrauchs keine nachhaltige Lösung. Steigende Düngerpreise auf dem Weltmarkt aufgrund von knapper werdenden und immer stärker mit Cadmium belasteten Phosphorreserven sowie energieintensiven Herstellungsverfahren lassen die Bedeutung von organischem Dünger und recycelten Nährstoffen immer größer werden.

Das nachhaltige Sanitärkonzept setzt auf die Trennung zwischen Urin und Fäkalien und ermöglicht so die effektive Aufbereitung und Wiedergewinnung von Nährstoffen (P, N, K), die als Ressourcen in einem Stoffstrommanagement wieder Verwendung finden können und so den Stoffkreislauf schließen.

**Urinsammlung:** Die reine Sammlung von Urin ist technisch zurzeit nur über die Urinale in den Männertoiletten möglich. Zur Sammlung des Urins wurden deshalb drei wasserlose Urinale installiert. Der Urin fließt von dort in einen Vorlagebehälter. Ab einem bestimmten Füllstand wird der Urin in den ca. 1,8 m höher angeordneten Sammelbehälter (Inliner) transportiert (Abb. 1). Der Sammelbehälter besteht aus einem flexiblen Kunststoffkissen, das sich beim Füllen von unten her selbstständig "auffaltet". Ein Manometer zeigt das jeweilige Volumen im Inliner an. Im natürlichen Gefälle kann der Urin außen über ein spezielles Zapfventil in einen Transportbehälter (60-Liter Fass) eingefüllt werden.

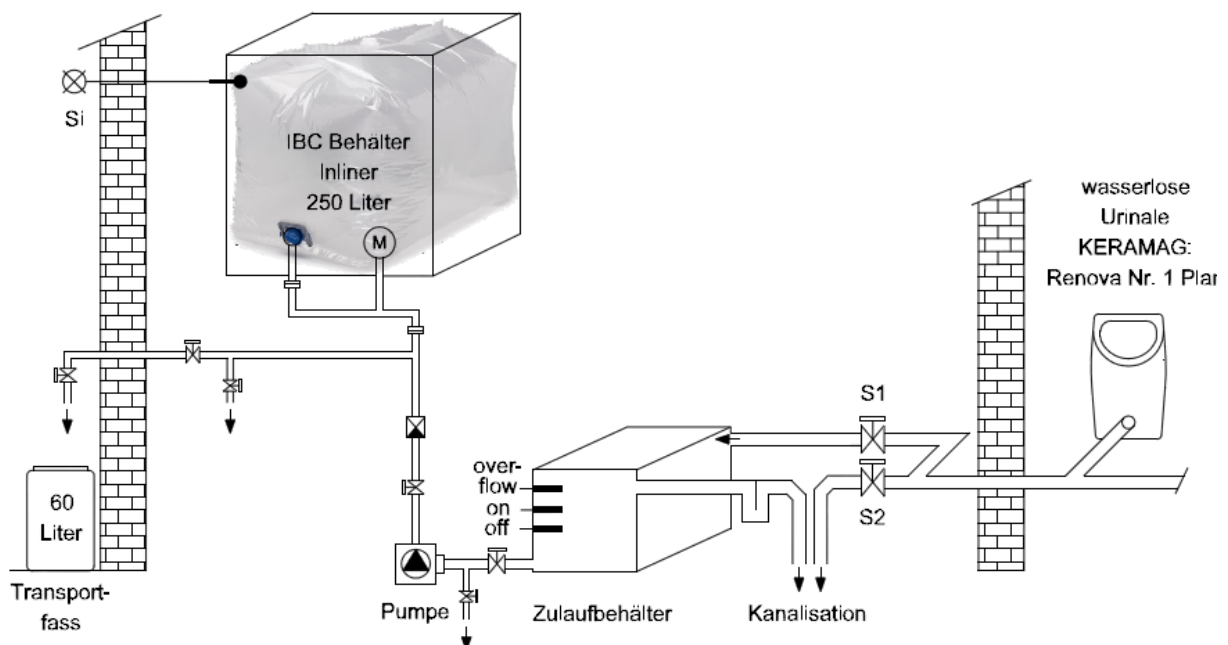


Abbildung 1: Schema der Urinsammlung mit wasserlosen Urinalen, Vorratsbehälter, Pumpe, Bag-in-Box-System (IBC-Behälter Inliner) und Sammelfass (Quelle: Hati GmbH)

Durch die Flexibilität des Inliners wird sichergestellt, dass der Urin keinen Kontakt zur Luft hat. Dadurch können Stickstoffverluste (Ausgasung von Ammoniak) verhindert werden.

Die Nährstoffanteile (vor allem **Stickstoff, Phosphor und Kalium**) stellen eine wichtige Quelle für den internen Bedarf dar. Ergebnisse zeigen, dass durch die Aufladung von Biokohle mit Urin der Gesamt-Stickstoffgehalt auf das doppelte angehoben werden kann. Zur Vermeidung von Ammoniakbildung, ist es empfehlenswert die Biokohle zu waschen und mit Schwefel anzusäuern, um den pH-Wert zu neutralisieren.

**Aktueller Stand:** *Urin kann auch direkt zur Aufdünnung der hergestellten Substrate dienen. Zurzeit wird Urin als Dünger in Pflanzversuchen (Ziertabak) getestet. Dazu wurde ein Kompost ohne Biokohle mit verschiedenen Stufen Biokohle (0, 15, 30, 50, 100%) und mit unterschiedlichen Urinkonzentrationen versehen (4 Wiederholungen). Begleitend werden chem.-physikal. Parameter (z.B. Nmin) untersucht.*

**Feststoff (Fäkalien/Toilettenpapier) -separierung:** Das im BG verwendete Trennsystem trennt den Schwarzwasserstrom in eine feststoffreiche und eine feststoffarme Phase, d. h. die Feststoffe werden verfahrenstechnisch über einen Abscheider (Abb. 2) aus dem Schwarzwasserstrom ausgeschleust. Der Abscheider wurde ursprünglich für die Trennung der Feststoffe aus Küchenabwässern entwickelt. Die ausgeschleusten Feststoffe werden in einem Fass aufgefangen und können so weiter verwendet werden. An die Separationsanlage im BG sind ein Betriebsgebäude sowie eine der öffentlichen Toilette angebunden. Der Abscheidegrad des Separators bezogen auf den Feststoffanteil (Papier und Fäkalien) liegt bei ca. 72 %.



Abbildung 2: Eingesetzter Separator zur Abscheidung der Feststoffe aus dem Abwasserstrom mit Auffangbehälter. 1: Einlauf, 2: Abscheider mit Förderschnecke, 3: Sammelfass, 4: Auslass (TECE/Basika)

Mit den gesammelten Fäkalien wurden **Hygienisierungsuntersuchungen** durchgeführt, die kurz vor dem Abschluss stehen. Dabei werden die gesammelten Fäkalien auf *Escherichia coli* (*E.coli*), *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella senftenberg* sowie auf die Gesamtkeimzahl und coliforme Bakterien untersucht. Im Fermentationsprozess soll

nachgewiesen werden, dass eine Minimierung von vorhandenen Keimen erfolgt. Als Vergleich wird die Hygienisierung mittels einer Heißrotte durchgeführt. Obwohl der Fermentationsprozess nicht optimal lief (teilweise Gärung), zeigen die ersten Ergebnisse positive Wirkungen.

**Aktueller Stand:** *Das fermentierte und kompostierte Material wurde danach in eine Wurmvererdung gegeben. Die vererdeten Fäkalien wurden beprobt und werden demnächst untersucht.*

Ein weiterer positiver Effekt, der durch die Installation von wasserlosen Urinalen und Wasserspartoiletten erzielt wurde, ist die Einsparung an Spülwasser. Die alten WC Anlagen im Botanischen Garten verbrauchen 6 - 9 Liter pro Spülvorgang für Druckspüler WC und Urinal sowie Spülkastenspülung. Bei der WC Nutzung werden je nach Nutzer (Besucher/Mitarbeiter; männlich/weiblich) verschiedene Nutzungs- und Spülhäufigkeiten nach DWA (2008) angesetzt. Des Weiteren wird die tägliche Reinigung der WC-Anlagen berücksichtigt. Mit diesen Nutzungsannahmen und -zahlen wurde die Anzahl der spezifischen Spülbetätigungen und der damit verbundenen Spülmenge errechnet. Insgesamt verbrauchen alle WC-Anlagen im BG pro Jahr 4.010 m<sup>3</sup> und alle Urinale 476 m<sup>3</sup> Trinkwasser. Wenn grundsätzlich alle Urinale gegen wasserlose Urinale ausgetauscht würden, könnten an Trink- und Schmutzwassergebühren 25.540 Euro eingespart werden.

### Innovative Sanitärsysteme

**Kontakt:** Dipl.-Ing. Peter Thomas

**Email:** thomas@hati.de

### Projektinformationen

**Kontakt:** Dr. Robert Wagner

**Email:** rowagner@zedat.fu-berlin.de

**Webseite:** www.terraboga.de