

moSan - Mobile Sanitation

Toilet for the Urban Poor
in Bangladesh

Bachelor of Arts Industrial Design
Mona Chirie Mijthab



বাংলাদেশের নগর
দরিদ্রদের জন্য ভ্রাম্যমান ল্যাট্রিন

MOSAN - MOBILE SANITATION
**TOILET FOR THE URBAN POOR
IN BANGLADESH**

Bachelorarbeit Industrial Design
Mona Chirie Mijthab
Juli 2011

Hochschule Magdeburg-Stendal (FH)
Institut für Industrial Design

Betreuung
Ulrich Wohlgemuth (FH)
Constanze Langer (FH)
Alexander Jachnow (GIZ)

Entstanden in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft
für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
in Bangladesch

giz



INHALT

- 001** EINLEITUNG • Praktikum 008
- 002** DAS LAND • Bangladesch 012 • Sanitärsituation 016
- 003** IDEE • Lösungsansatz 021
- 004** WISSEN • Sanitärsystem 024 • Ecosan 026 • Komponenten 027 • Fäkalien Separation 031 • Kompostierung 034
- 005** TECHNOLOGIE • Gestern und Heute 035 • Produktanalyse 039
- 006** PRAXIS • Befragung und Prototypen 042 • Interview und Gruppendiskussion 044 • Funktionstest 046
- 007** ZUSAMMENFASSUNG • Fakten 049
- 008** ENTWURF • Übersicht 052 • Der Weg 054
- 009** UMSETZUNG • Finaler Entwurf 060 • Material und Herstellung 063 • Benutzung 064 • Visualisierung 065
- 010** HANDHABUNG • Service Model 072 • Bedienungsanleitung 076
- 011** ANHANG • Quellen 077



001 EINLEITUNG PRAKTIKUM

Das im Bachelor Studium Industrial Design an der Hochschule Magdeburg-Stendal empfohlene Praktikum habe ich in Bangladesch in der Entwicklungszusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) absolviert.

Insgesamt 6 Monate lebte ich in Bangladesch und arbeitete als Industrie Designerin an neuen Technologien zur Verbesserung der Sanitärsituation. Am 15. August 2010 begann meine Tätigkeit in Dhaka, der Hauptstadt des Landes. In den folgenden Monaten hatte ich die Möglichkeit in eine Vielzahl von Projekten involviert zu sein, eng mit der Bevölkerung zusammen zu arbeiten, das Land zu bereisen, die Kultur, sowie die Probleme kennen zu lernen.

Meine Arbeit war Teil des Projektes „Gute Regierungsführung im städtischen Bereich (UGIIP-2)“. Die GIZ unterstützt die Verbesserung und Umsetzung von städtischen Politiken und Konzepten¹. Vor allem außerhalb der großen Städte fehlt es an Basisinfrastruktur in den Bereichen Transport und Sanitäreinrichtungen. In Mymensingh, einer städtischen Gemeinde, 120 km nördlich von Dhaka, pilotieren neue Projekte. Während meiner Arbeit habe ich dort arme Siedlungen untersucht und Lösungsansätze beispielhaft für diesen Kontext entwickelt. Um eine akzeptierte Lösung zu finden, habe ich durch Befragungen, Diskussionsrunden, Hausbesuche und dem Testen von Prototypen eng mit den zukünftigen Nutzern zusammengearbeitet.

Aus der intensiven Arbeit im Praktikum ist eine reale Produktentwicklung entstanden, die ich in meiner Bachelor Arbeit weiterführe. Ein Sanitärsystem, mit verschiedenen Service-Komponenten und der passenden Hardware, einer mobilen Toilette wurde für städtische Slums (Armutsviertel) in Bangladesch entwickelt. Die speziellen Bedingungen dieser informellen Siedlungen in Bangladesch machen die Lösung des Sanitärproblems zu einer besonderen Herausforderung.



sanitation

Nachhaltige Sanitärversorgung soll

- den technischen und institutionellen Gegebenheiten angemessen, wirtschaftlich tragfähig und von der Bevölkerung akzeptiert sein
- die Gesundheit der Bevölkerung erhalten und fördern, die Umwelt und natürlichen Ressourcen schützen²

Das Wort Sanitation steht in dieser Arbeit insbesondere für das kreislauforientierte Management von Fäkalien.



002 DAS LAND BANGLADESCH

012

Bangladesch gehört zu den am wenigsten entwickelten Ländern der Welt. Laut Statistiken leben 49,6 % der städtischen Bevölkerung unterhalb der nationalen Armutsgrenze. Das bedeutet, dass weniger als ein US Dollar pro Tag zum Überleben zur Verfügung steht.

In Bangladesch leben circa 160 Millionen Menschen auf einer Fläche von nur 147,570 Quadratkilometern (etwa 40 Prozent der Fläche Deutschlands). Mit 1.075 Menschen pro Quadratkilometer ist Bangladesch damit der Flächenstaat mit der weltweit höchsten Bevölkerungsdichte. Das Bevölkerungswachstum liegt bei über einem Prozent jährlich und ist damit immer noch zu hoch für die begrenzten natürlichen Ressourcen des Landes.³

Das Leben in Bangladesch wird von den Flüssen Ganges, Brahmaputra und Meghna bestimmt. Es ist die Lebensgrundlage der Menschen und sorgt für die Fruchtbarkeit des Bodens. Das nur wenige Meter über dem Meeresspiegel liegende Tiefland bringt jährlich bis zu drei Ernten hervor. Von den Flüssen geht aber auch eine große Gefahr aus. Monsunregen, Hochwasser und Wirbelstürme führen regelmäßig zu Überflutungen und forderten in den vergangenen Jahrzehnten mehrere Zehntausend Todesopfer. Der weltweite Klimawandel wird diese Phänomene noch verstärken.

Die hohe Zahl und Intensität von Naturkatastrophen in Verbindung mit der Bevölkerungsdichte führt zu einer Zunahme von Umweltflüchtlingen. Die zunehmende Migration in die Städte führt zu Wohnungsnot, städtischer Armut und hygienischen Missständen. Die unkontrollierte Zunahme des Verkehrs belastet die Umwelt zusätzlich. Das Wasser der Flüsse wird insbesondere durch Industrie- und Haushaltsabwässer verschmutzt.

² SuSanA Vision Document 1, S. 1

³ BMZ Länder und Regionen

„Die Weltbevölkerung wird in den nächsten 25 Jahren auf 8 Milliarden heranwachsen. Davon werden 5 Milliarden in Städten leben, mehr als die Hälfte sind mit Wasserknappheit konfrontiert und circa 40% der Stadtbevölkerung wird in Armutsvierteln leben.“⁴

49,6 % der Bevölkerung Bangladeschs leben von weniger als 1 US \$ pro Tag.⁵

53 % der Bevölkerung Bangladeschs hat Zugang zu hygienischen Toiletten.⁵

„Open Defecation“ beschreibt, wie Menschen ihre Notdurft auf Feldern, in Wäldern, Büschen, offenen Wasserstellen, an Stränden oder anderen offenen Flächen verrichten müssen.⁶

Hinzu kommt, dass ein Teil des Trinkwassers durch natürliche Arsenvorkommen verseucht ist. Der Langzeitkonsum des verseuchten Wassers verursacht Krankheiten der Haut und der inneren Organe, die zu Krebs führen können.

Ein weiteres schwerwiegendes Problem ist das geringe Ausbildungsniveau. Die UNESCO schätzt, dass 45 Prozent der Bevölkerung über 15 Jahren Analphabeten sind, bei den Frauen liegt der Wert bei 50 Prozent. Arbeitslosigkeit, fehlendes Ackerland und die schlechte Versorgungslage führen zu Mangel- und Unterernährung. Weitere Probleme sind die schwach entwickelte Infrastruktur und Engpässe bei der Energieversorgung.

Der größte industrielle Sektor des Landes ist die Textilindustrie. Insgesamt arbeiten hier mehr als zwei Millionen Menschen, etwa 15 Millionen weitere Arbeitsplätze sind direkt oder indirekt von der Textilindustrie abhängig. Trotz seiner vielfältigen Probleme hat Bangladesch große wirtschaftliche Entwicklungspotenziale. Die Regierung räumt auch der ländlichen Entwicklung große Bedeutung ein und versucht mit weitreichenden Unterstützungsmaßnahmen eine Steigerung der Produktivität zu erreichen.

Amtssprache	Bengalisch ⁷
Hauptstadt	Dhaka
Staatsform	Parlamentarische Republik
Unabhängigkeit	16.12.1971 von Pakistan
Staatsoberhaupt	Zillur Rahman
Fläche	147,5 km ²
Einwohnerzahl	158.570.535
Bevölkerungsdichte	1.074 Einwohner pro km ²
Währung	Taka (BDT)
	1€ = 106 BDT (10.07.2011)

⁴ UN-Habitat 2003

⁵ WHO: Country data and statistics

⁶ SuSanA fact sheet 2009

⁷ Wikipedia: Bangladesch



Dhaka Slum nahe eines Einkaufsviertels



Hanging Latrines sind offene Toiletten, die über Gewässern installiert sind, die auch als Wasserquelle zum Baden und Kochen dienen

002 DAS LAND SANITÄRSITUATION

016

Bereits heute haben weltweit Milliarden Menschen in Städten, sowie in ländlichen Gebieten keinen Zugang zu Sanitäreinrichtungen. Zu den größten globalen Herausforderungen zählen die Gesundheitsprobleme aufgrund unhygienischer sanitärer Anlagen, Wasserknappheit und Verschmutzung, Lebensmittelknappheit und städtisches Wachstum. Durchfall (Diarrhö), Cholera, Typhus und Wurmerkrankungen sind die am meisten durch verschmutztes Wasser übertragenen Krankheiten.

Falsche Entsorgung von Abwässern in offene Gewässer ist ein Hauptgrund für Wasserverschmutzung. Verunreinigungen entströmen ebenso von mangelhaften Kanalisationen, Kläranlagen und Grube Latrinen.

Besonders in Bangladesch sind die sanitären Bedingungen von städtischen Slums sehr kläglich. Die Errichtung und Instandhaltung von Toiletten ist eigentlich die Aufgabe der Stadtverwaltungen, die wegen fehlender Organisation ihrer Rolle nicht gerecht werden.

Die meisten Slumbewohner haben keinen Zugang zu hygienischen Latrinen. Entleert wird sich häufig über offenen Kanalisationen, auf freien Flächen, nahe der Straßen oder an den Flussufern und wird dadurch als „Open Defecation“ bezeichnet. Präsent sind auch sogenannte „Kacha“ Toiletten. Hierbei handelt es sich um eine improvisierte Kabine ohne Dach, erstellt aus Bambusstäben, Stoffresten und Folien, worin meist auf Steine defäkiert wird.

Für Frauen im Slum ist das Problem fehlender Sanitäreinrichtungen am fatalsten. Ihre Rolle als Mutter und Hausfrau lässt ihr kaum Möglichkeit entfernte Toiletten aufzusuchen. Durch gesellschaftlich-kulturelle Gründe ist der Toilettengang in dem vom Islam geprägten Land ein Tabu Thema. Rund 90 % der Bevölkerung bekennt sich zum Islam. Für das rituelle Gebet wird fünf mal am Tag die Moschee besucht, welche mit Toiletten ausgestattet sind, die häufig gegen eine kleine Gebühr benutzt werden dürfen. Diese Möglichkeit wird überwiegend von Männern wahrgenommen. Frauen sind nur in Moscheen mit separatem Gebetsraum akzeptiert, welche eine Seltenheit darstellen. Frauen sind dadurch benachteiligt und warten bis zur Dunkelheit, um sich im Freien zu entleeren. Sie trinken nicht regelmäßig und setzen sich gesundheitlichen Risiken, wie Dehydration (Flüssigkeitsmangel), Harnwegsinfektionen und Darmverstopfung aus. In der Nacht kommt es zusätzlich zu körperlicher und sexueller Gewalt gegenüber Frauen.



Hocktoilette mit Bodna Öffentliche Toiletten werden vernachlässigt

Slums sind gekennzeichnet von Armut und Arbeitslosigkeit, extrem dichter Besiedlung, Platzmangel und fehlender Infrastruktur.⁸ Die informellen Siedlungen sind meist illegal und die Besitzverhältnisse des besiedelten Landes nicht geklärt. Die Lage der Siedlungen auf stark sandhaltigem Untergrund oder auf Bambusgerüsten über Gewässern macht das Errichten von Sanitärgebäuden und unterirdischen Kanalisationen unmöglich. Der jährliche Monsun sorgt mit starken Regengüssen und Überschwemmung für Verwüstung. Unklarheit über den Besitz des Landes und fehlende Investitionen machen den städtischen Slum zu einer Herausforderung bei der Lösung des Sanitärproblems.

Ein Lösungsversuch sind öffentliche Toiletten, die von Hilfsorganisationen zentral im Slum erbaut werden. Die Bewohner zahlen eine monatliche oder jährliche Gebühr für die Nutzung. Aufgrund von Platzmangel können nicht genügend Toiletten installiert werden. Die wenigen Anlagen scheitern an mangelhafter Sauberkeit und Wartung. Der Zustand ist bei so vielen Nutzern nach kürzester Zeit nicht mehr hygienisch, sodass kaum Bewohner bereit sind, Gebühren zu entrichten. Die Wertschätzung für öffentliche Toiletten ist weltweit ein Problem. Nutzer sind nicht bestrebt die Anlagen sauber zu halten und im Sinne der Gemeinschaft zu benutzen.



Squatting hockendes Kind beim Urinieren in ein Brunnenbecken

⁸ Slums of Urban Bangladesh, Mapping and Census 2005, S.11

Hock-Kultur

In Bangladesch wird in der Hocke defäkiert. Die Hocktoilette ist weit verbreitet in Asien. Dabei handelt es sich um eine einfache längliche Öffnung im Boden über der mit geöffneten Beinen gehockt wird. Der Po ist in dieser Position die tiefste Stelle des Körpers. Hocktoiletten gibt es mit und ohne Wasser Spülfunktion.

Vorteile

- Keine Berührung einer Klobrille
- Leichtere Reinigung/ Wartung der Hocktoilette
- Entleerung des Darms gesünder, einfacher

Nachteile

- Ungeeignet für Personen mit Körperbehinderungen, mangelnder Beweglichkeit
- Erschwerte Benutzung für alte Menschen
- Öffnung im Boden zu groß für Kleinkinder
- Ausrutschgefahr⁹

Wasch-Kultur

Anstelle von Toilettenpapier, wird Wasser zur intimen Reinigung nach dem Toilettengang verwendet. Eine Kanne Wasser steht neben der Hocktoilette bereit. Aus religiösen Gründen wird die linke Hand zum Waschen benutzt. Der typische Wasserkrug heißt „Bodna“ und fasst 2,25 Liter. Bei Sitztoiletten gibt es eine bewegliche Duschbrause. Gewaschen wird sich direkt über der Toilettenöffnung.



⁹ Vgl. Wikipedia: Hocktoilette

Es existiert keine allgemein passende Lösung für städtische Slums weltweit. Jede arme Siedlung ist durch verschiedene Eigenheiten gekennzeichnet und muss separat betrachtet und analysiert werden.

Die World Health Organization (WHO) unterscheidet bei Toiletten zwischen „geeignet“ und „ungeeignet“. Ungeeignet sind solche, die das Abwasser falsch entsorgen, also in offene Gewässer oder undichte Sammelgruben leiten, sowie öffentliche Toiletten die von vielen Menschen gemeinsam genutzt werden. Diese Anlagen sind keine erstrebenswerte Lösung. Hygienische „geeignete“ Toiletten sind jene, die privat genutzt werden und den Kontakt von Fäkalien mit dem Menschen verhindern. Dies geschieht durch fachgerechte Sammlung und sicherem Transport zur Entsorgungsanstalt, beispielsweise einer Kompostanlage oder einer Kläranlage.¹⁰

In Bangladesch sind die extrem dichte Besiedlung, Platzmangel, Überschwemmungen, verbunden mit extremer Armut die Kernprobleme. Da es nicht die Möglichkeit gibt, eine konventionelle Kanalisation zu errichten, bedarf es einer Lösung die keine Baumaßnahmen verlangt und privat genutzt wird. Die Größe und der Zustand der Behausungen variiert stark von zeltartigen kleinen Behausungen, bis hin zu zementierten Räumen. Die Häuser besitzen in den meisten Fällen nur einen Raum, in dem alle Mitglieder der Familie leben. Die Substanz der Wände ist seltener stabil. Baumaterialien sind Wellblech, Pappe oder Bambus. Unwetter zerstören diese Behausungen und zwingen die Bewohner zur Flucht oder Neuerrichtung des Heims. Es muss daher eine möglichst kleine platzsparende Lösung gefunden werden, die mobil ist und nicht an einen Ort gebunden ist.

Eine private Toilette, die je Familie oder Haushalt genutzt wird, hätte viele Vorteile. Die Bewohner wären zeitlich nicht eingeschränkt, hätten keine Wartezeiten und könnten regelmäßig die Toilette benutzen, ohne die Ernährung einzuschränken. Die Wertschätzung für private Produkte ist weit höher. Es wird mehr Verantwortung übernommen und die Toilette sauber gehalten. Der Mensch verdient eine Privatsphäre und kann mit einer eigenen Toilette seine Würde bewahren.

Die Bevölkerung der städtischen Slums in Bangladesch ist durch starke Fluktuation und mangelhafte Bildung gekennzeichnet. Eine Lösung muss sehr einfach verständlich und intuitiv benutzbar sein.

¹⁰ WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme

Das Fehlen finanzieller Mittel verlangt nach einer kostengünstigen Lösung, die zwar subventioniert werden könnte aber ökonomisch sinnvoll geplant und umgesetzt werden muss. Besonders Rücksicht muss auf Frauen und Kinder genommen werden. Sie sind hauptbetroffen von den Problemen und bestimmen damit maßgeblich die Anforderungen an ein Produkt.

Problematik

- **Sehr dichte Besiedlung**
- **Extreme Armut**
- **Geringes Bildungsniveau**
- **Mangelhafte oder keine Toiletten**
- **Öffentliche Toiletten scheitern**
- **Open Defecation wird praktiziert**
- **Unklarheit über Besitz des besiedelten Landes**
- **Fehlende Investitionen**
- **Ungeeigneter Boden für solide Konstruktionen**
- **Fehlende Infrastruktur**
- **Überschwemmungen, Stürme**

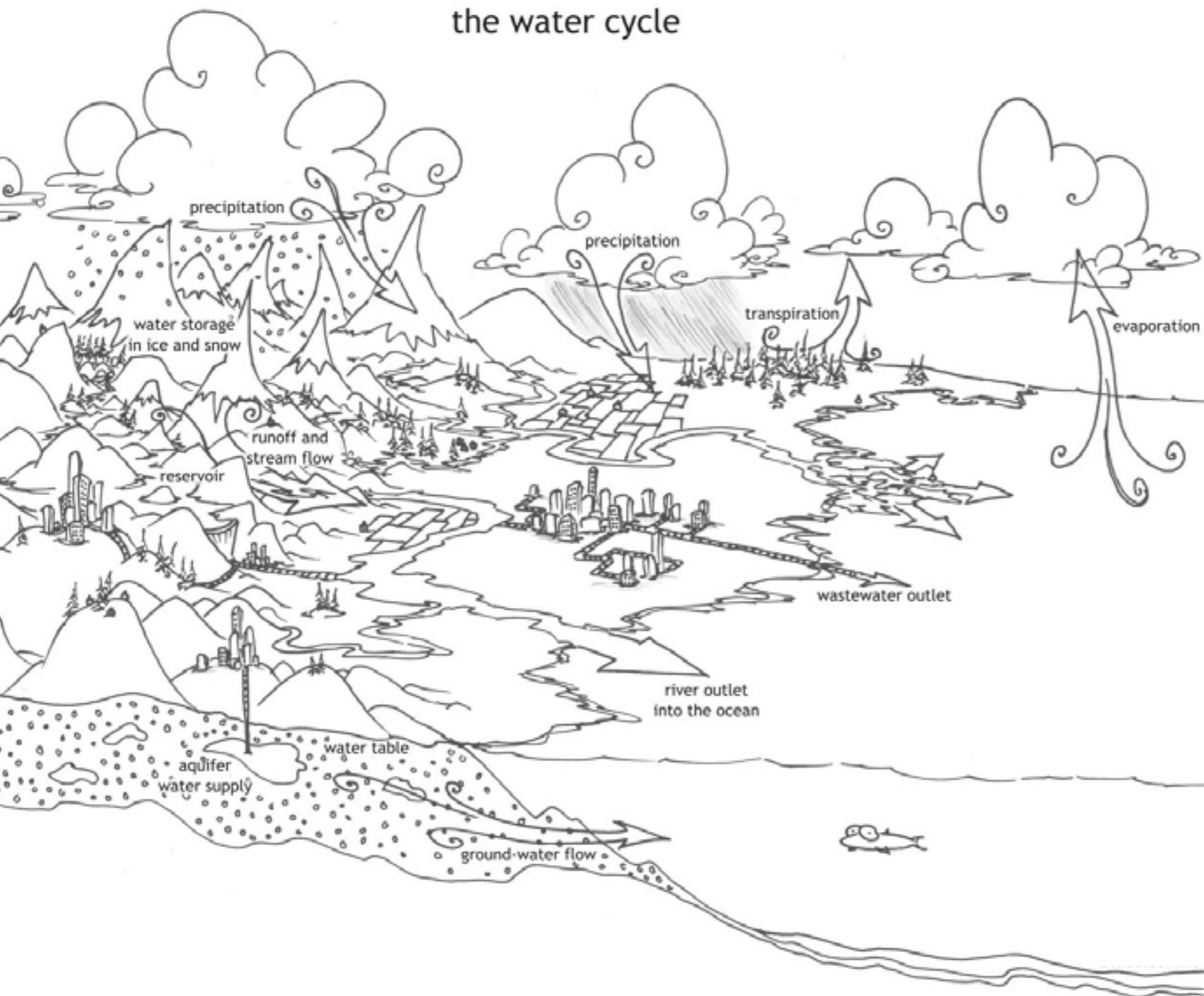
Folgen

- **Verunreinigte Wasserquellen**
- **Gesundheitsprobleme mit tödlichen Folgen**
- **Hohe Sterberate**
- **Umweltschäden**

Die passende Toilette sollte

- **den Ansprüchen von Frauen und Kindern gerecht werden**
- **hygienisch und sicher in der Handhabung sein**
- **einfach verständlich, intuitiv bedienbar sein**
- **günstig produzierbar sein**
- **geringe Kosten für den Nutzer erzeugen**
- **Teil eines nachhaltigen Systems sein (Sammlung, Verwertung)**
- **Wasser, Umwelt und Ressourcen schützen**
- **keine Baumaßnahmen erfordern**
- **ohne Kanalisation funktionieren**
- **ohne Wasser verwendet werden**
- **klein, platzsparend und mobil sein**
- **im privaten Haushalt verwendet werden**
- **von wenigen Menschen geteilt werden**

the water cycle



004 WISSEN SANITÄRSYSTEM

024

Menschliche Fäkalien können gefährliche Krankheitserreger beinhalten, die auf keinen Fall mit dem Menschen oder der Umwelt in Kontakt kommen dürfen.

Um dies sicherzustellen sollte jede Toilette in ein nachhaltiges System eingebettet sein. Das bedeutet, dass von dem Verrichten des Stuhlgangs und des Urinierens bis hin zur sicheren Verwertung der Fäkalien eine Kette von Aktionen folgt. Diese Abfolge enthält verschiedene Teilaktionen und beteiligte Aktionäre und wird nachfolgend als Sanitärsystem bezeichnet.

In dieser Betrachtung werden weitere verunreinigte Teilströme, wie Waschwasser, vernachlässigt. Für ein nachhaltiges Gesamtsystem sollten zukünftig alle Teilströme beachtet und in ein System einbezogen werden.

„Der natürliche Wasser- und Nährstoffkreislauf sollte nicht durch den Menschen vermischt werden.“



Unterirdische Biogasanlage: bei Platzmangel, oberirdische Installation möglich



Biogasanlagen können z.B. mit menschlichem Kot, Kuhmist und Bioabfall betrieben werden

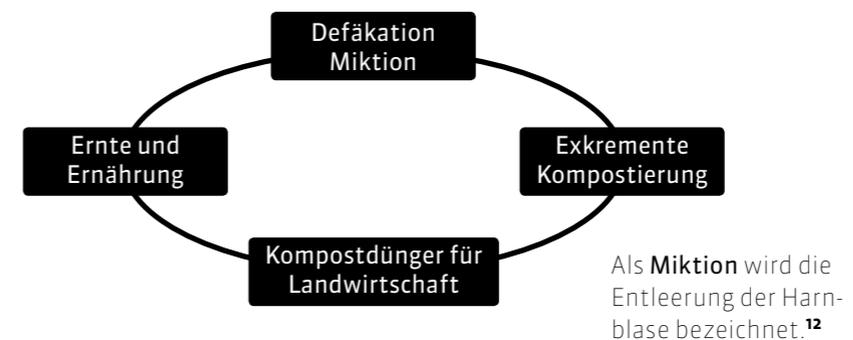
Ecosan - Kreisläufe schließen

Ökologische Sanitärversorgung („ecological sanitation“) ist eine Denkweise, die auf kreislauforientierte Systeme zielt. Ecosan-Systeme können verschiedene Technologien beinhalten, wie beispielsweise Urinseparations-Trockentoiletten, Kompostierung, Regenwassernutzung, Pflanzenkläranlagen, Biogasanlagen und viele mehr.

Menschliche Ausscheidungen werden als Wertstoffe betrachtet, die zurückgewonnen, behandelt und wiederverwertet werden können. Enthaltene Nährstoffe können in der Landwirtschaft genutzt werden und kommen auf diesem Weg zum Menschen zurück. Der Nährstoffkreislauf wird geschlossen und der Verbrauch und die Verschmutzung von Wasserressourcen minimiert. Es ist möglich, aus Biogas-Systemen erneuerbare Energie zu gewinnen, die zum Kochen, Heizen und für die Erzeugung von Licht dienen kann. Menschliche Ausscheidungen werden zusammen mit biologischen Haushaltsabfällen oder Tiermist in einen Biogasreaktor gegeben. Unter Ausschluss von Sauerstoff vergärt der Inhalt und erzeugt einen großen Teil Methangas. Kleinere Biogasreaktoren werden bereits in Slums installiert. Das produzierte Gas wird mit speziellen Kochern zur Nahrungszubereitung genutzt. Das Kochen mit Gas ist günstiger und gesünder als die Nutzung von Brennholz.¹¹

Ziel ist es

- Wasser zu sparen
- Umwelt zu schützen
- Krankheiten zu verhindern
- Menschliche Ausscheidungen als Wertstoffe behandeln
- Nährstoffe der Natur zurückzuführen

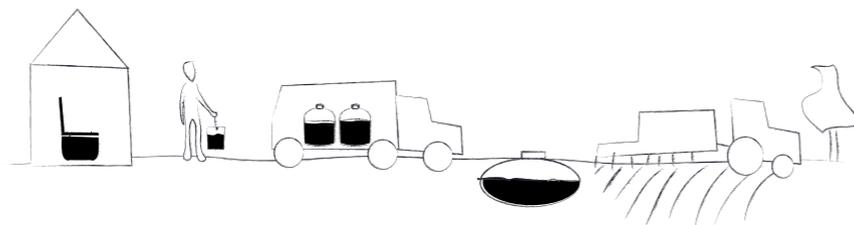


¹¹ GIZ PDF nachhaltige Sanitärversorgung

¹² Wikipedia: Miktion

Komponenten eines Sanitärsystems

Ein kreislauforientiertes Sanitärsystem besteht aus einer Kombination aus folgenden Elementen. Es gibt eine große Vielzahl an Technologien und Möglichkeiten, gelistet sind relevante Beispiele.¹³



Toilette Sammlung Transport Behandlung Wiederverwertung



Sammlung und Abtransport

Wird je Haushalt im Slum eine Toilette verwendet, so müssen die anfallenden Ausscheidungen auf dem Haushaltslevel gesammelt werden und anschließend zur Verwertung/ Behandlung transportiert werden. Wird beispielsweise eine Trockentoilette genutzt, so müssen die inneren Sammelbehälter geleert und gesäubert werden. Die dichte Besiedlung und fehlende Infrastruktur im Slum lässt nur eine manuelle Sammlung zu. Die manuelle Sammlung könnte von einer Person zu Fuß geschehen, oder bei ausreichend Platz mit einer Fahrrad Rikscha. Der Nutzer selbst sollte nicht mit den Fäkalien umgehen, da dies fachgerechten Umgang und Ausrüstung bedarf. Ein Sammler sollte professionell geschult sein und auch die Reinigung der Toilette vornehmen.

Da in den meisten Fällen keine Verwertung der Exkremente im Slum möglich ist, muss der Transport der Fäkalien und des Urins von der Toilette zur Behandlung sichergestellt werden. Möglich ist die Verwertung in einer Kompostieranlage, die für menschlichen Kot ausgelegt ist oder in einer Biogasanlage. Ist eine Biogasanlage im Slum vorhanden, so können die menschlichen Ausscheidungen auch vor Ort entsorgt werden. Eine gute Organisation des Transports ist entscheidend für die Nachhaltigkeit des Gesamtsystems.



¹³ UNESCO-IHE, Applying the Ecosan Concept, S. 7 ff.

Lake Slum Diese Siedlung wurde auf Bambusstäben über einem See errichtet. Schmale Wege führen durchs Wasser.



Urin

Ein Erwachsener produziert im Schnitt 1,2 - 1,4 Liter Urin pro Tag. Das ist stark abhängig von der Ernährung, der Beschäftigung und dem Klima. Urin enthält einen großen Teil an Nährstoffen. Pro Jahr scheidet ein Mensch ca. 3 kg Stickstoff, 0,3 kg Phosphor und 1 kg Kalium aus.¹⁴ Das Element Phosphor ist als natürliche Ressource begrenzt und wird zur Herstellung von Düngemittel verwendet

Kot (Fäkalien, Stuhl, Fäzes)

Von einem Erwachsenen werden ca. 0,2 Liter Kot pro Tag abgegeben. Diese Zahl hängt stark von der Ernährung und dem Gesundheitszustand ab. Pro Jahr scheidet ein Erwachsener über den Kot circa 0,4 kg Stickstoff, 0,2 kg Phosphor und 0,4 kg Kalium aus. Fäkalien enthalten jedoch auch einen hohen Anteil an gefährlichen Krankheitserregern. Diese werden über die Hände, Fliegen, Wasser, Erde und Nahrungsmittel übertragen. Um diese Übertragung zu verhindern, sollte jedes Sanitärsystem auch die Wichtigkeit des Händewaschens hervorheben und Hygieneschulungen anbieten.

Waschwasser der Intimhygiene

Das Abwasser der Intimhygiene, durch Waschen nach dem Stuhlgang, ist nur geringfügig bakteriell belastet. Pro Toilettengang fallen circa 2 Liter Wasser an. Das Wasser kann mit geringem Aufwand gefiltert werden. Es existieren verschiedene Arten von Filtern, die aus einfachen Mitteln gebaut werden können. Sandfilter, mit Lagen aus unterschiedlich groben Material genügen. Kombinationen mit Gartenanlagen oder Austrocknungsbetten sind weitere Möglichkeiten zur Filterung vor Ort. Da große Mengen des Wassers pro Tag anfallen wäre der Abtransport zu einer Aufbereitungsanlage logistisch zu aufwendig.¹⁵

¹⁴ Guidelines for the Use of Urine and Faeces in Crop Production, S. 2

¹⁵ SSWM: Sludge Treatment: Drying Beds

Fäkalien Separation

Werden Urin und Kot in einer Spültoilette mit Wasser vermischt, so ist der Aufbereitungsprozess sehr kompliziert und kann nur durch hoch entwickelte Klärtechnik vorgenommen werden. Vollständige Trennung ist kaum möglich und der wertvolle Nährstoffkreislauf ist mit dem Wasserkreislauf unwiderruflich vermischt. Um Umwelt und Mensch vor belasteten Abwässern zu schützen ist es wichtig Wasser- und Nährstoffkreislauf voneinander zu trennen und die Aufbereitung des Abwassers so einfach wie möglich zu gestalten.

Der Prozess der Separation fängt in der Toilette an. Wasser, als wertvolle Ressource, sollte als Transportmedium für menschliche Ausscheidungen gar nicht erst verwendet werden. Urin benötigt weniger Aufwand bei der Hygienisierung, wohingegen Kot gefährliche Keime enthalten kann, die zuverlässig beseitigt werden müssen. Werden die Ausscheidungen bereits getrennt in der Toilette gesammelt wird die Behandlung einfacher, zuverlässiger und günstiger. Es entstehen weniger Gerüche, wenn Kot und Urin nicht vermischt sind.

Eine wasserfreie Sammlung innerhalb der Toilette bieten Separationstoiletten, Komposttoiletten oder die Verwendung separater Toiletten für Kot und Urin.

Vorteile

- Geruchsminderung
- Hygienisierung von Kot wird vereinfacht
- Verhinderung von großen Mengen Fäkalschlamm
- Wassereinsparung
- Uringewinnung als direkten Dünger

Die Eigenschaften von Urin ändern sich bei einfacher Lagerung. Der pH-Wert steigt von 6 auf 9 und der Bestandteil Urea wird zu Ammonium. Erreger werden nun unschädlich. Die empfohlene Lagerzeit zwischen der Sammlung des Urins bis zur Verwendung als Flüssigdünger hängt vom landwirtschaftlichen Anbau ab. So können Zierpflanzen direkt bewässert werden, Gemüse für den Verzehr jedoch erst nach 6 Monaten.

Durch Lagerzeit, Temperatur, Trockenheit, pH-Wert, UV-Bestrahlung oder Zugabe anderer Organismen werden gefährliche Keime im Kot eliminiert. Temperaturen zwischen 55–65°C während der Kompostierung beseitigen Erreger innerhalb einer Woche. Neben der Kompostierung gibt es Austrocknungsverfahren oder die anaerobe Vergärung in einer Biogasanlage.

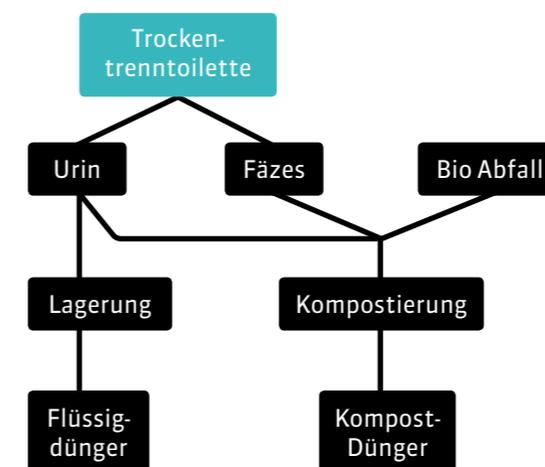
Trockentrenntoilette

Auch Separationstoiletten genannt, bestehen aus zwei inneren Kammern und sind immer überirdisch installiert. Exkremate werden ohne Wasser und Chemikalien gesammelt und können später abtransportiert und zum Beispiel mit Bio Abfällen kompostiert werden.

In eine Kammer gelangen nur die Fäkalien, während der Urin durch die spezielle Form abgetrennt gesammelt wird. Aufgrund dieser Gestaltung ist die Toilette nur im Sitzen zu verwenden.

Nach jedem Stuhlgang wird trockenes Material (Asche, Kalk, Erde, Sägemehl etc.) eingestreut und trägt zur Austrocknung und Geruchsminderung bei, auch das Entstehen von Fliegen wird unterbunden. Die Zugabe von Kalk oder Asche wirkt durch einen Anstieg des pH-Wertes zusätzlich keimtötend. Bei reiner Austrocknung sind die Fäkalien nach einem Jahr vollständig hygienisiert. Die Kompostierung unter kontrollierten Bedingungen beschleunigt den Prozess. Der getrennt gesammelte Urin kann nach der Lagerung als direkter Dünger verwendet werden.

” Zugabe von trockenem Material (Kalk, Asche, Sägemehl) wirkt keimtötend und geruchsmindernd“

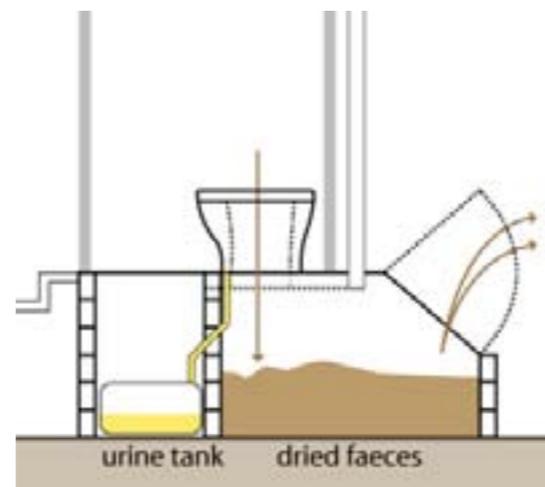




Oben: Die Trennwand für die Urinseparation nimmt bei einer Sitztoilette die Hälfte der Öffnung ein (ca. 15cm).

Oben Rechts: Hocktoiletten gibt es mit 3 Öffnungen für Urin, Kot und Waschwasser.

Rechts: Aufbau einer Trockentrenntoilette



Kompostierung

Eine Art die gefährlichen Erreger in Fäkalien zu zerstören ist die Kompostierung. Organisches Material wird unter Einfluss von Luftsauerstoff (aerob), Bakterien und Pilzen zu Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) abgebaut, woraus in großen Teilen Humus entsteht. Kompost ist ein vollwertiger Dünger und kann teure chemische Düngemittel ersetzen. Fäkalien müssen immer in Kombination mit organischen Hausabfällen, Gartenabfällen oder Tiermist kompostiert werden.¹⁶

Zu beachten

- Sauerstoffversorgung zu allen Bereichen
- Wassergehalt bei 45 bis 55%
- Hygienisierung bei 55°C über 2 Wochen, 60°C über eine Woche
- pH-Wert neutral oder alkalisch
- Verhältnis Kohlenstoff zu Stickstoff 20:1
- Kompostentstehung bei 8-12 Wochen
- Schutz vor Unterkühlung, Austrocknung und Übernässung

Verfahren für Fäkalien Kompostierung

- Heißkompostierung
- Langsame Rotte
- Wurmkompostierung
- Flächenkompostierung

¹⁶ Vgl. Kompost-Toiletten – Sanitärtechnik ohne Wasser, Wolfgang Berger, S. 38 ff.

Blick in die Vergangenheit

Bereits vor Tausenden Jahren wusste man um den Wert von menschlichen Exkrementen zur Verbesserung der Bodenqualität.

In Korea wurde Kompostdünger hoch geschätzt. Man wusste auch, dass unbehandelte Fäkalien Krankheiten hervorrufen können, deswegen wurde nicht-kompostierter Kot nur im Frühling und im Herbst nach der Ernte auf die Felder gebracht.

In China hat sich Mitte des 19. Jahrhunderts ein Markt für Dünger aus menschlichen Ausscheidungen und organischen Abfall entwickelt.

Ab dem 16. Jahrhundert wurden in Europa Gefäße für die Aufnahme von Exkrementen gebräuchlich. Diese sogenannten Nachttöpfe oder Eimerklosetts waren mobil und wurden außerhalb des Hauses in eine Latrine entleert

Mitte des 18. Jahrhunderts sammelte man in Deutschland Schmutz- und Fäkalwasser in Gruben. Die Entleerung wurde nicht ernst genug genommen und die Gruben nicht optimal gebaut, so kam es zum Ausbruch von Epidemien. Man begann die Exkremente in kleineren beweglichen Behältern zu sammeln, welche regelmäßig entleert wurden. Ein Beispiel ist das Heidelberger Tonnensystem. Abflussrohre der Toiletten mündeten direkt in fassförmige, oft rollbare Behälter. Zwei mal pro Woche wurden die vollen Tonnen von der Stadtverwaltung gewechselt.

Die Erfindung des heute genutzten Wasserklosetts kann keiner Einzelperson zugeschrieben werden. Verschiedenen Neuerungen, größtenteils aus Großbritannien haben die heutige Form und Technologie der Toilette ergeben. Ein Pionierentwurf stammt von John Harington, der 1589 ein Klappenklosett mit Wasserspülung erfand.¹⁷



Heidelberger
Tonnen-system

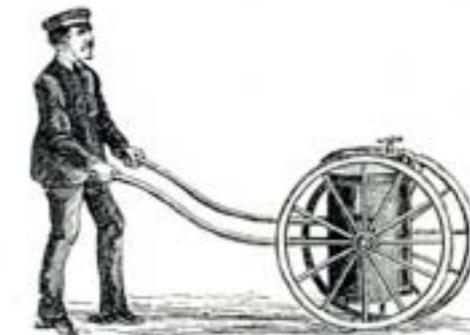


Pot-Toilette in Korea:
Fäkalien wurden in einem Kübel oder einer Grube gesammelt und auf offener Fläche kompostiert und anschließend auf das Feld aufgebracht.



Links: Manueller Transport von Fäkalien in Korea.

Unten: Mobile Toilette in Form einer Kiste aus dem 18. Jahrhundert und Heidelberger Transportkarre



¹⁷ Vgl. Kompost-Toiletten – Sanitärtechnik ohne Wasser, Wolfgang Berger, S. 13 ff.

Moderne Produkte



1 Nature's Head Kompost Toilette mit Urintrennung, 875 S

● ● ○



2 Trockentoilette aus Eimer, Sitz und Deckel, 55 €

● ● ○



3 Faltbare Camping Toilette mit Urin Ableitung, 110 €

● ● ●



4 Camping Toilette aus Pappe mit Plastiktüte, 17€

○ ○ ○



5 Gießkanne als Urinal, Talk Anteil im Kunststoff, 65€

● ○ ○



6 Peepoo Bag zur einmaligen Verwendung, kompostierbar, ca. 0,04€

● ● ○

Design Konzepte



7 X-Runner, Hocktoilette zum Rollen, Entsorgung in Biogasanlage

+ mobil, hock- Benutzung möglich
– Untergrund ungeeignet zum Rollen, keine Uringewinnung

● ● ●



8 Poosh - Eimeraufsatz mit Automatikverschluss für Tüten

+ mobil, praktische Handhabung
– aufwendige Herstellung, hohe laufende Kosten, passender Eimer wird benötigt, keine Urintrennung

● ● ○

Betrachtet und verglichen wurden Toiletten und Artikel zur Aufnahme von Exkrementen, welche

- keine Schwemmkanalisation oder Baumaßnahmen erfordern;
- ohne Wasser funktionieren;
- mobil sind;
- die Möglichkeit der Nährstoffrückgewinnung bieten;
- für den Einsatz im Haus geeignet sind.

Die Punkte zeigen, wie gut diese Kriterien erfüllt werden. Ein Punkt ist mangelhaft, zwei Punkte gut und drei Punkte sehr gut.

Produktanalyse

Die faltbare Camping Toilette von Separett (Nummer 3) hat im Vergleich am besten abgeschnitten. Sie ist mobil und bietet die Möglichkeit der Urinableitung in einen separaten Tank. Ein Nachteil sind die kompostierbaren Beutel, die für die Kompostierung strengen Richtlinien folgen müssen und sehr teuer sind. Nummer 1, die Kompost Toilette von Nature's Head ist sehr stabil und langlebig, jedoch mit 875 S auch sehr teuer.

Das Peepoo Bag¹⁸ ist eine Sanitärtüte, die speziell für die Dritte Welt entwickelt wurde. Der Nutzer benötigt einen kleinen Eimer oder eine aufgeschnittene PET Flasche und stülpt die zweilagige Tüte darüber. Die Tüte wird einmal verwendet und verknotet, um dann vergraben zu werden. Dieses Produkt wurde bereits in Bangladesch getestet und hat einige Mängel aufgewiesen. Nutzer beschrieben die Tüte als zu klein. Bisher wird hochwertiger und teurer BASF Kunststoff verwendet, sodass bei einer mehrköpfigen Familie hohe laufende Kosten entstehen.

Aus dem Blick in die Geschichte und der Analyse heutiger Produkte werden folgende Schlussfolgerungen für die Gestaltung gezogen.

Eine Toilette sollte

- für den täglichen manuellen Sammeldienst optimiert sein
- Kot und Urin einer Familie von einem Tag sammeln (ca. 5 Personen)
- zwei herausnehmbare innere Behälter besitzen, die leicht zu entleeren sind
- einfach zu reinigen sein
- mobil und tragbar sein
- leichtgewichtig sein
- einen Deckel besitzen

Sauberes Sammeln von Fäkalien

Die sauberste Lösung Kot in einer Trockentoilette zu sammeln wäre die Verwendung einer biologisch abbaubaren und kompostierbaren Plastiktüte. Die Herstellung des speziellen Kunststoffs ist momentan noch recht teuer und trotz ausgiebiger Recherche wurde keine Fabrik in Bangladesch aufgefunden, die diesen Kunststoff produziert oder verarbeitet. Die laufenden Kosten für Tüten erhöhen die Haltungskosten der Toilette. Der biologische Abbau der Tüte hinterlässt, trotz des hochwertigen Kunststoffs, künstliche Substanzen, die sich negativ auf die Umwelt auswirken. Diese Gründe sprechen momentan gegen die Verwendung einer Kunststofftüte.

Wird keine Tüte verwendet, sollte in einen Eimer, aus glattem Material mit geschlossener Oberfläche und großen Rändern, zusätzlich trockenes Material eingestreut werden. Auch geeignet sind Papiereinlagen. Überschüssige Feuchtigkeit wird aufgesaugt und bewahrt die empfohlene Trockenheit. Asche vom Feuerholz, Sägemehl und Altpapier sind die verfügbaren Materialien im Slum.

Wenn die Produktionskosten sinken und der Kunststoff rückstandslos kompostiert werden kann, könnte eine Kunststofftüte später zusätzlich im Eimer der Toilette eingesetzt werden.

Für das Sammeln von Urin eignen sich Kunststoffbehälter, die eine geringe Öffnung haben, so dass Urin nicht unnötig evaporiert und Gerüche entweichen. Zu klein sollte die Öffnung nicht sein, ansonsten dauert der Entleerungsprozess unnötig lang. Hohle Behälter können durch Rotationsguss oder Blasformen hergestellt werden. Eine kostengünstige oder kostenfreie Alternative ist das Recycling von vorhandenen Behältern. Als Sammelbehälter für Urin könnte eine alte PET Flasche oder ein sauberer Öl Kanister dienen. Für Kot bietet sich ein alter Farbeimer.

- Kunststofftüte momentan ungeeignet
- Kot Eimer aus glattem Material, großen Rändern
- Urin Behälter geringe Öffnung
- Zeitungspapier oder Asche als Einlage für Kot Eimer
- Asche oder Sägemehl zum Abdecken von Kot
- Vorhandene Behälter als kostengünstige Alternative
- PET Flasche für Urin, Farbeimer für Kot

¹⁸ Results of a medium-scale trial of single-use, self-sanitising toilet bags



Gruppendiskussion Zeichnungen und Modelle veranschaulichen das Prinzip Trenntoilette

006 PRAXIS BEFRAGUNG UND PROTOTYPEN

042

Um das Interesse und Verständnis der Zielgruppe zu bekommen, wurden einige Interviews und Gruppendiskussionen in Mymensingh durchgeführt. Der erste Schritt war es, die Wohnsituation und die Menschen kennenzulernen. In Mymensingh wurden mehrere Familien in ihren Häusern besucht und zur Sanitärsituation befragt. Es fanden weiterhin zwei Gruppendiskussionen statt, jeweils mit Frauen, Kindern und Männern. Da es sich um ein sensibles Thema handelt, wurden Frauen und Männer getrennt befragt. Die Mehrheit der Familien praktiziert „Open Defecation“. Improvisierte Kabinen bieten Sichtschutz beim Defäkieren im Freien. Männer benutzen die Toilette der Moschee gegen eine Gebühr. Kinder haben ein geringes Verständnis für Sanitär und defäkieren ungeniert im Freien. Wird „Open Defecation“ betrieben, wird ein Eimer mit Wasser mitgeführt, um sich im Anschluss intim zu waschen. In manchen Fällen findet die Defäkation und die Intimhygiene an verschiedenen Plätzen statt.

Der Besuch in den privaten Behausungen bestätigte, dass diese sehr klein sind und meist nur aus einem Raum bestehen, sodass eine Toilette zwar zu Hause verwendet werden könnte, es jedoch die Möglichkeit geben sollte, diese zu bewegen und außerhalb des Hauses zu benutzen. Bei bis zu 10 Personen, die in einem Haushalt leben, sollte eine private Ecke mit Sichtschutz eingerichtet werden oder eine separate Kabine vor dem Haus für die Benutzung der Toilette zur Verfügung stehen. Alle Befragten gaben an, ausreichend Platz im Haus zu haben.



Größentest Kunststoffmodelle werden auf Größe und Ergonomie getestet

Interview und Gruppendiskussion

In den Interviews zeigte sich ein großes Interesse für eine Sitztoilette. Da die Menschen eine Sitztoilette als westliche Sanitärform kennen, wird diese mit Reichtum und Sauberkeit assoziiert. Wenn ein Preis für eine Toilette bezahlt werden müsste, so sei eine Sitztoilette die favorisierte Lösung. Zu Sitzen wird als Fortschritt angesehen und als Abhebung von der hockenden Position bei der „Open Defecation“. Darüber hinaus haben wir ältere Leute befragt, die nicht mehr fähig sind zu hocken

Es wurden zwei Modelle verschiedener Größe angefertigt. Männer und Frauen verstanden das Prinzip der Trenntoilette und hatten die Möglichkeit ein Gefühl für eine Sitztoilette zu bekommen.

Alle Befragten hatten ausreichend Asche vom Kochen über Feuer zur Verfügung und sind bereit diese zum Abdecken von Kot zu verwenden.

Ergebnis

- Verständnis der Problematik
- Wunsch einer privaten Toilette
- Interesse für Sitztoilette
- Häuser bieten Platz für Toilette
- Toilette soll tragbar sein
- Asche zum Abdecken von Kot ausreichend vorhanden



Funktionstest

In einem 4-tägigen Test wurden zwei Funktionsmodelle von zwei Familien getestet. Es war herauszufinden, ob eine Toilette im Haus akzeptiert wird, ob die Nutzer mit der Sitzfunktion zurechtkommen, die Trennung der Fäkalien sauber stattfindet und das Abdeckmaterial ausreichend die Geruchsbildung verhindert. Zusätzlich wurde der Sammel- und Entleerungsprozess getestet.



Model 1 „Farbeimer“

- Farbeimer 25 l, 40,5 cm hoch
- Runder Sitz mit Deckel und Urinrichter
- Eimer 5 l für Kot
- PET Flasche 1,5 l für Urin
- Kot Eimer mit Zeitung ausgelegt
- Kot mit Asche abgedeckt
- Getestet von 6 Erwachsenen, 5 Kindern



Model 2 „Box“

- Plastikbox 41 cm hoch
- Ovaler Sitz mit Deckel und Urinrichter
- Eimer 12 l für Kot
- PET Flasche 1,5 l für Urin
- Kot Eimer mit Papiertüte ausgelegt
- Kot mit Asche/Sägemehl abgedeckt
- Getestet von 2 Erwachsenen, 3 Kindern

Beide Modelle wurden erfolgreich getestet und brachten insgesamt sehr gutes Feedback. Aufgetretene Probleme wurden analysiert. Pro Tag wurden die Familien ein- bis zweimal besucht. Benutzt wurde die Toilette im Haus, sowie davor. Eine Familie platzierte das Model aus Platzgründen nachts unter dem Bett und äußerte keine Beschwerden über Geruchsbelästigung.

Funktionstest Zwei Prototypen wurden von 2 Familien über 4 Tage getestet



Ortswahl Zwei Frauen transportieren Funktionsmodell 2



Model 1 Farbeimer Saubere Separation von Urin und Kot nach der Benutzung



Sammeldienst Simulation des manuellen Sanitärsystems

Die inneren Behälter füllten sich nur sehr langsam, obwohl es viele Benutzer gab. Das wird auf die mangelhafte Ernährung zurückgeführt.

Nach dem Toilettengang wird für die Intimhygiene mit Wasser meist eine versteckte Stelle aufgesucht und ein Eimer Wasser mitgeführt. In dem Praxistest erhielten beide Familien eine separate Schüssel für die Intimhygiene. Das geringfügig verschmutzte Wasser wurde in offene Kanlrinnen im Slum gekippt. Für den alltäglichen Gebrauch eignet sich diese Methode nicht. Das Waschwasser sollte, trotz geringer Belastung, gefiltert werden. Bei vielen Slumbewohnern ist der Transport der Wassermengen zu einer Filteranlage logistisch sehr aufwendig. Einfache Sandfilter oder Verdunstungsbetten (Evapotranspiration) reichen aus, um das Wasser aufzubereiten und unbedenklich in offene Gewässer zu leiten.

Die Entleerung der Toilette war sauberer als erwartet. Die Papiereinlage verhinderte zu starke Verschmutzung und ließ den Inhalt einfach auskippen. Nachwischen mit Zeitungspapier war ausreichend. Für einen Tag wurde auf die Trennfunktion verzichtet und Kot und Urin in einem großen Eimer innerhalb der Toilette gesammelt. Das Gemisch war zu feucht, um es mit Asche abzudecken, belästigender Geruch trat auf. Außerdem war die Entleerung problematisch. Nach dem Auskippen blieb starke Verschmutzung zurück, die mit Wasser mehrmals gereinigt werden musste.

Als schwierig wurde die Benutzung einer Sitztoilette von zwei Frauen beschrieben, die es nicht gewohnt sind ihr traditionelles Kleid-ähnliches Gewand weit genug hochzuziehen, um sich zu setzen. Ein Mann bemängelte den Urinrichter, der nicht tief genug sein, um kontaktfrei zu urinieren. Zusätzlich wurde die Bereitschaft als bezahlter Sammler zu arbeiten erfragt. Mehrere Slumbewohner zeigten Interesse.

- Sitztoilette im Haus akzeptiert und benutzt
- Toilette komfortabel für Frauen, Kinder und Männer
- Asche Schicht hat Geruch und Fliegenbefall effektiv verhindert
- Separate Schüssel zum Waschen akzeptiert
- Bei Urinseparation, einfache Reinigung durch Papier Einlage im Fäkalien Eimer
- Bereitschaft als bezahlter Sammler zu arbeiten