

Wolfgang Berger · Claudia Lorenz-Ladener, Hrsg.

Kompost-Toiletten

Sanitärsysteme ohne Wasser

mit Beiträgen von

Wolfgang Berger, Werner Bidlingmaier, Jörn Germer,
Claudia Lorenz-Ladener, Werner Philipp
und Thorsten Schütze

ökobuch

Staufen bei Freiburg
www.oekobuch.de

Alle Angaben und Arbeitsanleitungen in diesem Buch wurden nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt, eine Gewähr für die Richtigkeit wird jedoch nicht übernommen. Infolgedessen lassen sich für die praktische Umsetzung des hier Dargestellten keine Haftungsansprüche gegenüber den Herausgebern, den Autoren oder dem Verlag ableiten.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-936896-16-9

1. Auflage 2008

© ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg 2008
Internet: www.oekobuch.de

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Funk, Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Einspeicherung in EDV-Anlagen, Tonträger jeder Art und auszugsweisen Nachdruck, sowie die Rechte der Übersetzung sind vorbehalten.

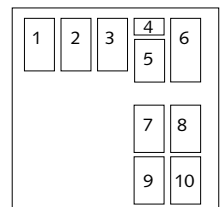
Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Fotonachweis

Alle Abbildungen und Tabellen im Innenteil, wenn nicht anders angegeben, von Wolfgang Berger, Hamburg.

Cover-Fotos

Wolfgang Berger, Hamburg Nr. 1, 2, 4, 6, 10
Claudia Lorenz-Ladener Nr. 3
Biolet GmbH, Zug / Schweiz Nr. 5
Berger Biotechnik GmbH, Hamburg Nr. 7, 8
Büro Holzapfel, Kirchheim Nr. 9



Inhalt

Es geht auch ohne Wasser / Wolfgang Berger	5
Warum wir neue Lösungen im Sanitärbereich brauchen	6
Kreislaufwirtschaft fängt beim Klo an	6
Umsetzung und Perspektiven	7
1 Zur Entwicklung der Komposttoilette in Deutschland	11
1.1 Wie alles anfang / <i>Claudia Lorenz-Ladener</i>	11
Das Gruben- und das Tonnensystem	12
Erd- und Streutoiletten	15
Die Verwertung der Fäkalien	20
Trocken- kontra Wassertoilette	22
1.2 Neuere Geschichte / <i>Wolfgang Berger</i>	26
2 Fäkalienkompostierung	31
2.1 Der Prozess der Kompostierung / <i>Werner Bidlingmaier</i> ...	31
Einflüsse auf den Kompostierungsprozess	33
Folgerungen für den Prozess	36
2.2 Fäkalienkompostierung in der Praxis / <i>Wolfgang Berger</i> ..	38
Heißkompostierung	38
Langsame Rotte	39
Wurmkompostierung	41
Flächenkompostierung und Mulchen	42
Externe Kompostierung	42
Zuschlagstoffe	43
Hilfsstoffe	43
Geräte und Kontrollinstrumente	44
3 Urin und Fäzes als Quelle von Pflanzennährstoffen / <i>Jörn Germer</i>	46
3.1 Der Mensch als Stoffwechsler	46
3.2 Exkrememente	46
Urin	47
Fäzes	50
Zusammenfassung der Eigenschaften von Urin und Fäzes	51
3.3 Urin und Fäzes als Sekundärrohstoffdünger:	
Gesetzliche Richtlinien	52
3.4 Anwendung von Urin und Fäkalienkompost	54
3.5 Fazit	59
4 Hygienische Aspekte	63
4.1 Planung und Betrieb von Komposttoiletten	
aus hygienischer Sicht / <i>Werner Philipp</i>	63
Schlussfolgerungen aus hygienischer Sicht	66
4.2 Hygienisierung von Fäkalkompost bei der	
Eigenkompostierung / <i>Wolfgang Berger</i>	68
5 Toilettensysteme ohne Wasser / Wolfgang Berger	72
5.1 Komposttoiletten - eine Definition	72
5.2 Vom Goldeimer zur Trenntoilette	73
5.3 Biologische Trockentoiletten	77
Sichtverschluss	79
Verteilung der Feststoffe	80
Urintrennvorrichtung	81
Sammelbehälter für Streumaterialien	83
Sammelbehälter für Fäkalien mit Streumaterial	83
Sammelbehälter für Fäzes ohne Urin	85
Sammelbehälter für Urin und Sickerwasser	88
Lüftung	90
Planung und Einbau	91
Betrieb und Wartung	92
Produktsteckbrief: Biologische Trockentoiletten	92
5.4 Komposttoiletten	97
Toilette	97
Sichtschutz	99
Urintrennung	100
Abwurf	102
Stationäre Sammelbehälter für Feststoffe	103
Stationäre Sammelbehälter für Flüssigstoffe	106
Lüftung	107
Lüftungsplanung	112
Brandschutz	114
Schallschutz	114
Dachanschluss	115
Schutz gegen Niederschläge	116
5.5 Komposttoiletten im Neubau	117
Betrieb und Wartung	118
Produktsteckbrief: Komposttoiletten	120

5.6	Komposttoiletten in Gebäuden mit Niedrigenergie- und Passivhausstandard / <i>Wolfgang Berger, Thorsten Schütze</i> .	123	8	Genehmigung von biologischen Trockentoiletten und Komposttoiletten / <i>Wolfgang Berger</i>	178
6	Projekte und Beispiele / <i>Wolfgang Berger</i>	127	8.1	Genehmigung von biologischen Trockentoiletten	178
6.1	Ein- und Mehrfamilienhäuser.....	127		Beispiel Kleingarten.....	178
	Haus L., Hamburg-Neuengamme	127	8.2	Genehmigung von Komposttoiletten	182
	Haus D., Freiburg.....	129		Beispiel Wohngebäude	182
	Haus M., Berlin-Wannsee	132		Ausnahmeregelungen.....	184
	Haus W., Steyerberg-Struckhausen.....	134		Zustimmung im Einzelfall.....	185
6.2	Wohnsiedlungen.....	137	8.3	Eigenverwertung von Fäkalkompost.....	187
	Ökologische Siedlung Hamburg-Allermöhe	137	8.4	Eigenverwertung von Urin	188
	Ökologische Siedlung Hamburg-Braamwisch.....	141	9	Nährstoffverwertung mit wassersparenden Sanitärsystemen für innerstädtische Gebiete / <i>Thorsten Schütze</i>	189
	Ökologische Siedlung Kiel-Hassee	145		Anwendungsbeispiele für wassersparende Trenntoiletten / <i>Wolfgang Berger</i>	199
	Ökologische Siedlung Bielefeld-Waldquelle	148	10	Anhang / <i>Wolfgang Berger</i>	202
	Ökologische Siedlung Landhof Schöneiche bei Berlin	151		Fragen und Antworten	202
	Ökologische Siedlung Gärtnerhof, Wien-Gänserndorf	153		Ökologische Sanitärtechnik zwischen Ablehnung, Ignoranz und Akzeptanz / <i>Gudrun Beneke</i>	204
	Ökodorf Kangasalan bei Tampere, Finnland.....	155		Fakten und Kennzahlen	206
6.3	Öffentliche Einrichtungen	158		Glossar.....	207
	Ökohaus Rostock	158		Adressen von Herstellern und Bezugsquellen	208
	Wildniscamp im Nationalpark Bayerischer Wald.....	161		Adressen der Herausgeber und Autoren	209
	VHS-Ökostation Stuttgart-Wartberg	163		Weiterführende Links und Adressen	210
	Öffentliche Toiletten in Freizeitgebieten.....	164		Literaturempfehlungen	211
	Komposttoiletten im Gebirge	165		Stichwortverzeichnis	212
	Hausboote.....	167			
	Waldkindergärten	168			
7	Trocken- und Komposttoiletten in aller Welt <i>Wolfgang Berger</i>	169			
7.1	Orphan Aid, ein Dorf mit Pflegefamilien für Kinder	169			
7.2	Trockentoiletten für ein Studentenwohnheim in Ghana ...	172			
7.3	Ökostadt-Projekt in Dongsheng, Innere Mongolei, China	175			

Mein besonderer Dank gilt:

- Claudia und Heinz Ladener vom ökobuch Verlag für ihre fast endlose Geduld und ihr Verständnis bis zur endgültigen Fertigstellung;
- Thorsten Schütze und Heinz Ladener für ihre fachliche Unterstützung zum Thema Lüftung;
- Brigitte für meine Entlastung von alltäglichen Pflichten und ihre liebevollen Ermahnungen;
- allen, die schon länger auf die Veröffentlichung dieses Buches warten, für ihre Ausdauer.

Was lange währt, wird hoffentlich endlich gut!

Wolfgang Berger

Es geht auch ohne Wasser

Wolfgang Berger

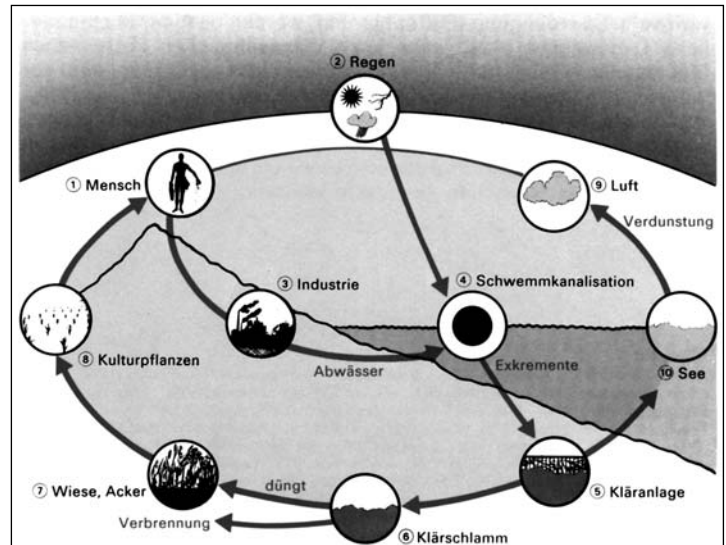
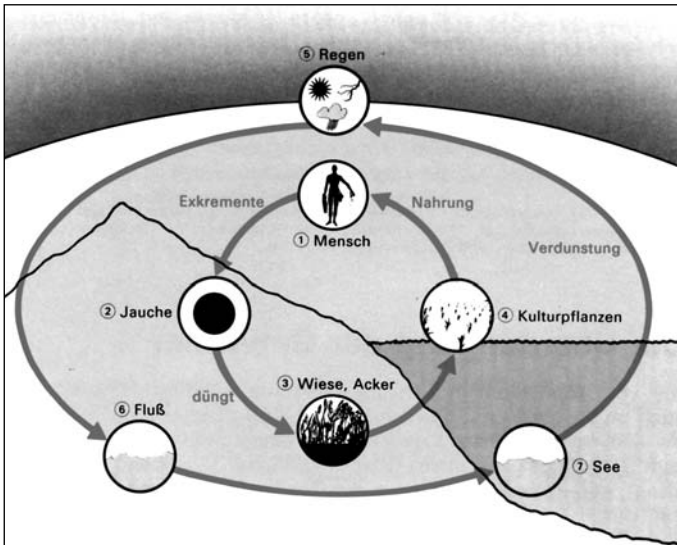
Worüber man eigentlich nicht spricht

Jeder ausgewachsene Mensch produziert im Durchschnitt ca. 1,5 kg Fäkalien, bestehend aus 100 – 150 g Fäzes (Kot, Stuhl) und 1,2 bis 1,5 l Urin pro Tag. Der Nährstoffgehalt beider Ausscheidungen reicht aus, um damit jährlich über 200 kg Getreide zu erzeugen. Viele alte Kulturen, wie die Chinesen und Azteken, haben dieses Potenzial über Jahrtausende für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Erzeugung ihrer Nahrungsmittel genutzt, - nicht immer ohne Rückschläge durch Epidemien. Heute weiß man von der seuchenhygienischen Wirkung der Kompostierung und wendet sie bei der Klärschlamm- und der Bioabfallkompostierung nach vorgegebenen Regeln und Grenzwerten an. Der Verbraucher kauft den Kompost z.T. als Blumenerde für den Garten. Das Potenzial bleibt dennoch ungenutzt, denn in Deutschland sind bisher menschliche Fäzes und Urin von der

Bioabfallverordnung bzw. von der Düngeverordnung ausgeschlossen.

Die Ursachen dafür sind vielschichtig und liegen auch in der Tabuisierung des Themas von Kindheit an bzw. in einer vermeintlichen Ästhetik, die Dank der Schwemmkanalisation immer wieder neue Spültoiletendesigns anbietet, ohne dass in Frage gestellt werden muss, was denn eigentlich mit den Ausscheidungen passiert: Mit jeder Spülung vermischt der WC-Benutzer den Nährstoffkreislauf der Natur mit dem Wasserkreislauf. Aus mittelalterlichen Verhältnissen entwachsen, gibt es in den reichen Industrieländern eine hoch entwickelte Klärtechnik, um mit hohem Aufwand und dennoch unvollständig die Mischung wieder voneinander zu trennen. Würde dies vollständig gelingen, gäbe es keine Belastung der Gewässer mit Nährstoffen, Krankheitskeimen und Schadstoffen aus Kläranlagen.

0-1 links
Nährstoff- und Wasserkreislauf voneinander getrennt
rechts: Heutiger Kreislauf mit hohem Wasserverbrauch und großen Nährstoffverlusten.
Quelle: Klötzli, Frank: Unser Umwelt und wir. Hallwag Verlag, Bern 1980



Warum wir neue Lösungen im Sanitärbereich brauchen

Die beste Kläranlage ist diejenige, die erst gar nicht stark belastetes Abwasser aufzubereiten hat. Dies funktioniert nur mit einer Abkehr von der bisherigen „end-of-pipe“-Lösung, bei der erst vor Einlauf in ein Gewässer versucht wird, verschmutztes Wasser weitgehend zu reinigen. Stattdessen sind Lösungen am Ort des Entstehens gefragt, wie sie seit langem für die Industrie gefordert und mit Erfolg durchgeführt werden. So können Schwermetalle, schwer abbaubare Stoffe und Energie zurückgewonnen und für den Produktionsprozess weiterverwertet werden. Betreiber von Klärwerken wären glücklich, wenn Stickstoff- und Phosphatfrachten aus Urin und Fäzes gar nicht erst eingeleitet werden würden, hätten sie damit doch auch zum großen Teil das Klärschlammproblem entschärft. Dem ist jedoch (noch) nicht so, weshalb es folgende Probleme zu lösen gilt:

Gewässerschutz

Die Qualität von weitgehend gereinigtem Abwasser muss immer höheren Anforderungen genügen (Rückhaltung von Nährstoffen, Schadstoffen und Mikro-schadstoffen). Dies ist durch die bestehende Klärtechnik bisher nur bedingt möglich.

Erhaltung von Nährstoffen

Die im Abwasser enthaltenen Pflanzennährstoffe und die organische Masse sind durch die Vermischung mit belasteten Abwässern nicht mehr nutzbar. Klär-

schlamm wird daher größtenteils verbrannt, ebenso das darin enthaltene Phosphat als ein Hauptpflanzennährstoff. Die heute weltweit zur Düngerproduktion nutzbaren Phosphatlagerstätten werden nur noch ca. 30 – 60 Jahre verfügbar sein.

Kosten

Der Aufwand zur Einhaltung von Grenzwerten in der Trinkwasseraufbereitung und in der Abwasserreinigung steigt ständig. Trotz öffentlicher Subventionen können zunehmend Gemeinden mit schwindender Bevölkerungszahl das bestehende zentrale Abwassersystem nicht mehr aufrechterhalten. Auf die Verbraucher kommen immer höhere Kosten zu.

Entsorgungsnotstände

In vielen Freizeit- und Tourismusgebieten kann die Schwemmkanalisation technisch nicht umgesetzt werden. Zur Einhaltung hygienischer Standards bedarf es dezentraler Entsorgungssysteme.

Sanitärhygiene für alle

Verunreinigtes Trinkwasser als Folge nicht existierender oder mangelhafter Sanitäreanlagen fordert jährlich weltweit ca. 5 Millionen Menschenleben. Wegen häufig vorhandenem Wassermangel und fehlender Finanzmittel ist eine Übertragung bestehender Sanitärtechnik in die nicht entwickelten Länder weder möglich noch sinnvoll.

Kreislaufwirtschaft fängt beim Klo an

In den folgenden vier Lösungsvorschlägen sind unterschiedliche Sanitärsysteme dargestellt, mit denen sich nach heutigem Stand der Technik eine entsorgungs- und beseitigungsorientierte Abwasserwirtschaft schrittweise einer wertstoffhaltenden und verwertungsorientierten Kreislaufwirtschaft nähern kann. Dabei ist jeder Schritt in Abhängigkeit von den Voraussetzungen und Möglichkeiten zu sehen.

1. Schritt: Wasser- und Abwassereinsparung
Wasserspatoiletten, die den Wasserverbrauch auf 4 bis 1 Liter je Spülgang reduzieren, sind ein wichtiger Schritt, um ohne Komfortverzicht und Funktionseinschränkungen Urin und Fäzes zur Kläranlage zu transportieren. So werden in Hamburg beispielsweise bei allen öffentlichen Neubau- und Modernisierungsvorhaben 4,5 -Liter Wasserspatoiletten und Trockenuri-

nale eingesetzt, die sich bei steigenden Betriebskosten schnell amortisieren. Auch der Ersatz von Trinkwasser durch Betriebswasser aus gesammelten Niederschlägen oder gereinigtem Grauwasser trägt dazu bei, den Trinkwasserverbrauch für Spülzwecke zu vermindern. Bleibt jedoch das Problem der Abwasserreinigung und der Wiedergewinnung wertvoller Pflanzennährstoffe.

2. Schritt: Teilverwertung durch Trennung der Stoffströme

Werden Toilettenabwässer und restliches Abwasser durch separate Rohrinstallationen voneinander getrennt, erhält man ein konzentrierteres, fäkalienhaltiges „Schwarzwasser“ und ein leichter zu reinigendes, fäkalienfreies „Grauwasser“. Die Feststoffe aus dem Abwasser von Wasserspartoiletten können über einen einfachen Wasserabscheider einer Kompostierung zugeführt werden. Für das verbleibende Spülwasser und den Urin ist dann eine kleinere und weniger aufwendige Abwasserreinigungsanlage erforderlich. Das gereinigte Wasser kann zur Bodenbewässerung oder zur Toilettenspülung weiterverwendet werden. Dieses Verfahren wurde häufig in schwedischen Schulen nachträglich umgesetzt, um einen bewussten Umgang mit Ressourcen zu demonstrieren. In Deutschland wird dieser Ansatz hauptsächlich in Form von Rottebehältern in Verbindung mit Kleinkläranlagen angeboten.

3. Schritt: Energie- und Nährstoffgewinnung aus häuslichem Abwasser

Setzt man urinseparierende Spültoiletten ein, so gelangen die im Urin enthaltenen Pflanzennährstoffe gar nicht erst in das Abwasser, sondern werden für eine Verwertung gesammelt. Urin ist beim gesunden Menschen frei von Krankheitskeimen und eignet sich als Flüssigdünger im Garten- und in der Landwirtschaft. So wird inzwischen gesammelter und hygienisierter Urin aus z.B. Wohnsiedlungen in Schweden von Landwirten genutzt, die mangels Viehhaltung keine Gülle zur Düngung haben. Die Abwässer aus Vakuumtoiletten in der Wohnsiedlung Lübeck-Flin-

tenbreite werden zusammen mit Küchenabfällen zur Biogasgewinnung genutzt. Der ausgefaulte Schlamm lässt sich landwirtschaftlich verwerten.

4. Schritt: Konsequenz ohne Wasser

Will man Wasser als Transportmittel für Fäkalien gar nicht erst verschmutzen bzw. ist es dafür nicht ausreichend vorhanden, so gelangt man zu dem neuen „alten“ Sanitärsystem Trockentoilette. Neu ist, dass durch technische und verfahrenstechnische Weiterentwicklungen eine hygienisch einwandfreie Aufbereitung der Fäkalien möglich wird, der Betrieb absolut geruchfrei erfolgt und die Toiletten heutigen Komfort und Hygieneanforderungen entsprechen. Bis auf eine geringe Menge Wasser zur gelegentlichen Reinigung der Toilette wird kein Wasser verbraucht (Schritt 1), Schwarzwasser entfällt, so dass eine Grauwasserreinigung ermöglicht wird (Schritt 2) und die in den Fäzes und im Urin enthaltenen Nährstoffe bleiben weitgehend erhalten (Schritt 3). Dabei lassen sich auch alle organischen Haushaltsabfälle mitverwerten. Als Endprodukte entstehen Komposterde und ein geruchloses Sickerwasser bzw. Urin aus Trenntoiletten, die in der Regel als Flüssigdünger für Zierpflanzen verwendet werden können. Beispiele sind in diesem Buch aufgeführt.

Umsetzung und Perspektiven

Seit der 1. Auflage des Buches „Komposttoiletten“ im Jahr 1992 hat sich besonders auf internationaler Ebene viel verändert zugunsten der Akzeptanz und Verbreitung von dezentralen Entsorgungs- und Verwertungslösungen von menschlichen Ausscheidungen:

- Internationale Symposien zur ökologischen Sanitärtechnik („Ecosan“) fanden 1999 in Bonn und 2003 in Lübeck statt, veranstaltet von der **Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit** (gtz). Hier wurden umfassende Konzepte und Technologien zur nachhaltigen und standortangepassten Sanitärtechnik für Entwicklungsländer aufgezeigt und

publiziert. Der Austausch unter Fachleuten, Behörden und Universitäten hat die Forschung und deren Umsetzung in Projekte stark vorangebracht, so auch die Installation von Urin-Trenntoiletten und Trockenurinalen in einem Gebäudetrakt der gtz in Eschborn.

- Die **World Toilet Organisation (WTO)** wurde 2001 in Singapur gegründet und vereint vor allem Hersteller von Sanitärobjekten für eine bessere und attraktivere Ausstattung von öffentlichen Toiletten. Die WTO setzt sich in ihren jährlich stattfindenden internationalen Konferenzen auch für die Verbreitung ökologischer Sanitärtechniken ein. So gibt es weltweit mehrere Ableger, u.a. auch in Deutschland (GTO). Die World Toilet School vermittelt das notwendige Know-how und die Praxis zur Einhaltung hygienischer Standards. Der **19. November** eines jeden Jahres wurde aufgrund einer WTO-Initiative von den Vereinten Nationen zum **Welttoilettag** ausgerufen.
- Auf dem **UN-Nachhaltigkeitsgipfel** 2002 in Johannesburg, Südafrika, hat sich die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, den Anteil der Menschen ohne Trinkwasser und sanitäre Grundversorgung bis 2015 zu halbieren. Mangelnde Hygiene ist verantwortlich für die Verbreitung von Krankheiten, die besonders für Kinder häufig tödlich enden. Es ist heute schon absehbar, dass dieses Ziel nicht erreicht werden kann, denn 40% der Weltbevölkerung, d.h. **2,6 Milliarden Menschen, fehlt es an Toiletten**. Tatsache ist auch, dass bis dahin die Weltbevölkerung weiterhin wächst und nicht deutlich abgegrenzt ist, welche Sanitärssysteme und Bedingungen die Kriterien einer verbesserten Sanitärtechnik erfüllen. Um das Ziel auch nur annähernd erreichen zu können, müssen einfach umsetzbare **Sanitärlösungen ohne Wasser** Vorrang haben. Ein Großteil der Infektionen könnte allein durch das regelmäßige Händewaschen mit Seife nach dem Stuhlgang vermieden werden. Um dies stärker ins Bewusstsein zu bringen, wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) der **15. Ok-**

tober als **weltweiter Händewaschtag** ins Leben gerufen.

- Die **internationale Trockentoiletten-Konferenz (Dry Toilet)** in Tampere, Finnland, findet seit 2003 alle drei Jahre statt und ist vor allem auch eine Plattform für Anbieter von Trockentoiletensystemen aus Skandinavien. Neben Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Entwicklungsländern werden auch Projekte in den entwickelten Ländern aufgezeigt. Der spezielle Focus auf Trockentoiletten grenzt sich positiv von anderen Veranstaltungen im Bereich ökologischer Sanitärtechnik ab, hat aber noch nicht deren Niveau erreicht.
- Die **Weltgesundheitsbehörde (WHO)** veröffentlichte 2006 ihre aktuellen Richtlinien für die sichere Nutzung von Abwasser, menschlichen Ausscheidungen und Grauwasser in der Landwirtschaft. Sie gibt damit öffentlichen Verwaltungen und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) einen Leitfadens zur Bewältigung von Abwassermissständen an die Hand.
- **2008, das internationale Jahr der sanitären Grundversorgung**, wurde von der Generalversammlung der Vereinten Nationen ausgerufen, um die Weltöffentlichkeit noch deutlicher auf die o.a. Missstände hinzuweisen und die bisher unzureichende Entwicklung in diesem Bereich zu beschleunigen. Von den Missständen sind auch ca. 20 Millionen Europäer in Ost- und Südosteuropa betroffen und die Erfahrungen aus dem Oder-Hochwasser von 1997 zeigen, wie unmittelbar die Menschen auch in einem entwickelten Land durch mit Fäkalien verseuchtes Wasser gefährdet sein können. Zumindest hat es einigen eine Vorstellung davon gegeben, was in vielen Entwicklungsländern tägliche Realität ist.
- **Deutschland zentral - dezentral:** Seit Ende der 90er Jahre befassen sich einige deutsche Universitäten mit Forschungen zur Urinverwertung, Wurmkompostierung von Fäkalien, Stoffstromtrennung u.a.. Hierin liegt ein enormes Entwicklungspotenzial, zumal in den letzten 20 Jahren

eine Lücke in der herkömmlichen Entsorgungstechnik entstand, indem bisher anerkannte Entsorgungslösungen nicht mehr den erhöhten Anforderungen des Boden- und Grundwasserschutzes und des Gewässerschutzes entsprachen, bzw. nur mit sehr hohem Kostenaufwand (Nachklärung, Phosphatfällung) gerecht werden können. Neue Lösungen werden inzwischen auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen interessant, da die Kosten für den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb von Kläranlagen nur unter Zuhilfenahme von öffentlichen Mitteln, also Steuergeldern, bezahlt werden können. Demoskopische Untersuchungen ergeben weiterhin, dass in den nächsten Jahren ganze Landstriche in Deutschland so weit „entvölkert“ sein werden, dass die bisherige Infrastruktur aus Kostengründen, aber auch aus siedlungswasserwirtschaftlichen Aspekten, nicht mehr mit der bis dahin bewährten Schwemmkanalisation entsorgt werden können.

Der Bedarf an dezentralen Entsorgungs- und Behandlungssystemen ist daher trotz einer hoch entwickelten zentralen Klärtechnik wieder aktuell. Bei den verschiedenen Forschungsvorhaben mit neuen Sanitärsystemen fällt jedoch immer wieder auf, dass Toilettenlösungen ohne Wasser nicht oder nur am Rande miteinbezogen werden, während wassergespülte Alternativen (Vakuumtoiletten, Spültoiletten mit Urintren-

nung u.a.) häufig alleiniger Forschungsgegenstand sind. Angesichts hoher Defizite in den Entwicklungsländern im Bereich Sanitärtechnik und Hygiene werden dagegen zunehmend Lösungen gefordert, die für den Großteil der Weltbevölkerung erschwinglich sein und vor allem auch den kulturellen wie sozialen Bedürfnissen angepasst sein müssen.

Zum Erreichen der Millenniumziele und darüber hinaus ist es daher notwendig, dass auch die deutsche Forschung, ähnlich wie in Schweden, ihre Aktivitäten in dieser Richtung verstärkt. Über erfreuliche Beispiele wird an verschiedenen Stellen im vorliegenden Buch berichtet. Die Autoren wollen einen Beitrag dazu leisten, diesen bisher weitgehend vernachlässigten Bereich der Entsorgungstechnik mit Erfahrungen und Entwicklungen aus der Praxis, aber auch mit wissenschaftlich fundierten Grundlagen zu befördern.

Ziel der Herausgeber ist es, dass Toiletten ohne Wasserspülung wie die Komposttoilette als eine immer ernster zu nehmende Alternative zur Spültoilette gesehen werden. Dies spiegelt sich u.a. im zunehmenden Interesse an Trockentoiletten durch Besuche ausländischer Behördenvertreter und Planer wieder, die die bisher wenigen, aber erfolgreichen Pionierarbeiten als Vorbilder für wegweisende Lösungen zur Bewältigung eigener Entsorgungsprobleme erkannt haben.

Hamburg, September 2008

Wolfgang Berger

Was ist anders? Gegenüberstellung von Toiletten mit und ohne Wasser im 4-Personen-Haushalt

Kriterien/System	Wasserspültoilette mit Kläranlage	Trockentoilette mit Kompostierung
Toilettenart	Stand- oder wandhängendes WC mit Spülkasten	Standtoilette mit ggf. Abluftrohr
Ausführungsvarianten	Tiefspüler, Flachspüler	offenes Fallrohr, ggf. Sichtverschluss oder Klappenklosett
Angebotspalette	Keramik von billig bis Luxus, von einfach bis Designertoilette	vorwiegend Kunststoff, von Selbstbausatz bis Standardausf.
Investitionskosten	50,- bis 2.000,- € zzgl. Installation, Ver- u. Entsorgung	50,- bis 500,- € zzgl. Behälter, Installation u. Raumbedarf
Verbrauch	6 - 9 l Wasser Fäkalspülung, 3 - 9 l Wasser Urinspülung	ggf. Einstreu, elektr. Ventilator 3 - 30 W/h
Betriebskosten	ca. 250,- €/Haushalt/Jahr Ver+ Entsorgung	ca. 50,- €/Haushalt/Jahr Stromkosten
Grauwasserentsorgung	über Abwasserentsorgung mit Schwarzwasser	separate vor-Ort-Behandlung und Recycling möglich
techn. Voraussetzungen	Wasser- + Abwasseranschluss, Leitungsgefälle	senkrecht Fallrohr, Abluftrohr, ggf. Elektroanschluss
Raumentlüftung	geöffnetes Fenster, elektr. Ventilator bei Räumen o. Fenster	keine weitere Raumentlüftung erforderlich
Umgebungstemperatur	>0°C, frostfrei	Zuluft Sammelbehälter >10°C, sonst keine Einschränkungen
Ausschlusskriterien f. Einsatz	fehlende o. instabile Ver- u. Entsorgung, Überflutungsgebiet	fehlender Platz für Behälter, senkrechte Fallrohre nicht mögl.
Benutzerkriterien		
Bedienung	Spülvorgang auslösen	ggf. Einstreu nach Ausscheidung
Reinigung	Klobürste, WC-Reiniger, Spülen	Papiertuch, Essigreiniger, Tuch abwerfen
Sichtschutz	kein, erst nach Spülung	ja, ab 1 m Fallrohrtiefe, ggf. Einstreu o. Sichtverschluss
Geruchverschluss	Siphon	Unterdruck, geruchsbindendes Einstreu
Gerüche durch Benutzung	ja	nein
Stuhlkontrolle	nur bei Flachspüler	nur bei Klappenklosett
Stuhlprobenentnahme	nur bei Flachspüler, sonst "Töpfchen"	kompostierbarer Beutel, sonst „Töpfchen“
Hygiene Toilette	abhängig von Reinhaltung, Spülung u. Nachreinigung	abhängig von Reinhaltung u. Nachreinigung (nur bei Bedarf)
Wartungsaufwand	keiner, außer bei Verstopfungen	1 h/Monat + 3 – 6 h/Jahr für Entnahme
Entsorgung / Verwertung		
Entsorgungsvolumen	ca. 41 l pro Pers./Tag	1,2 – 1,4 l Urin, 0,2 l Fäzes pro Pers./Tag
Zwischenprodukt	Fäkalabwasser bzw. Schwarzwasser	Fäkalrohkompost
Endprodukt	Klärschlamm + weitgehend gereinigtes Abwasser	Fäkalkompost/Sickerwasser
Transport	Schwerkraft/Schwemmkanal	Schwerkraft/senkrechter Fall, Entnahme lose o. in Behältern
Sammlung	nur bei abflussloser Sammelgrube	Sammel- u. Kompostbehälter
Hygiene Endprodukt	Klärschlamm, hochvirulent	2 Jahre Rottezeit + 1 Jahr Nachkompostierung einwandfrei
Qualität Endprodukt	Belastungspotenzial d. Schadstoffe aus anderen Abwässern	weitgehend "rein", kaum Mischung mit belasteten Stoffen
Ökologie	Wasser- + Nährstoffkreislauf vermischt	Wasser- + Nährstoffkreislauf getrennt
Alternativen Verbrauch	Wassersparteknik, Grau- u. Regenwassernutzung	wind- o. solarbetriebener Ventilator, Einstreu aus Reststoffen
Einsparpotenziale WC	max. 50% der Ver- u. Entsorgungskosten	max. 100% der Ver- u. Entsorgungskosten
Verwertung Fäkalien	nach Klärschlammverordnung, sonst keine	im Rahmen der Eigenkompostierung
Alternativen Verwertung	Stoffstromtrennung, Vergärung mit Biogasgewinnung	Stoffstromtrennung, Vergärung mit Biogasgewinnung
Verwertung Biogene Reststoffe	separate Eigenkompostierung oder Biotonne mit Abfuhr	integriert mit Eigenkompostierung Toiletteninhalte
Verfügungsrechte Fäkalien	Eigentum der Gemeinde d. Anschluss- u. Benutzungszwang	Eigentum Betreiber d. Wirtschaftsgut/Eigenkompostierung
gesetzliche Grundlagen	Baugesetzbuch, Landesbauordnungen, Gemeindegesetzungen	Ausnahmeregelungen/Kreislaufwirtschaftsgesetz