

# Wasserlose Klosettsysteme und die Hygienisierung menschlicher Fäkalien durch mikrobielle Aktivität

**Dr. Gernot Graefe**

## Einleitung

Nahrung ist immer Teil eines Stoffkreislaufs. Während der Ökologe den Stoff- und Energiefluß als kontinuierlich ablaufendes Geschehen erkennt, empfinden die darin eingeschalteten Individuen nicht die Gemeinsamkeiten, sondern die subjektiv bedeutungsvollen Unterschiede: sie halten die eßbaren Stoffe vor der Magen-Darm-Passage für anziehend und nach der Passage für abstoßend. Die Fäkalien locken wieder andere Organismen an, und so geht der Stoffkreislauf weiter. Unter diesen Bedingungen gibt es keinen wirklichen Abfall.

Die Ernährung des Menschen beansprucht heute einen überproportional großen Anteil der Erdoberfläche. Entsprechend groß ist die Menge der menschlichen Ausscheidungen. Die Exkremete, die einstmals nur unauffällige Bestandteile des Lebensraums waren und stets dem Boden zugutekamen, werden heute mehr und mehr dem Wasser aufgebürdet.

Die jährliche Niederschlagsmenge ist für jedes Gebiet bekannt. Die möglichen Schwankungen umfassen einen bestimmten Bereich. Eine bedeutende Vermehrung der Regenmenge ist auf Dauer nicht zu erwarten. Auf der anderen Seite kommt es zu Vervielfachungen des Wasserverbrauchs in den Ballungsgebieten. Dadurch sind Engpässe in naher Zukunft vorhersehbar. Während Nahrungsmittel heute vielfach von anderen Kontinenten herantransportiert werden, ist das für den bei weitem umfangreicheren Prokopfverbrauch von Wasser kaum möglich. Wird eine Wassereinsparung unumgänglich, so kann der Verbrauch kaum beim Trinken oder Kochen zurückgeschraubt werden, ein wenig vielleicht beim Geschirrspülen oder bei der Raumpflege, mehr beim Baden, Duschen und Wäschewaschen, am meisten jedoch beim WC, das theoretisch gänzlich durch Trockentoiletten ersetzbar ist.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Einführung wasserloser Klosettsysteme gut durchdacht werden muß. Ein Erfahrungsaustausch mit anderen Untersuchern ist äußerst wünschenswert. Obwohl dieser Bereich scheinbar zu den Selbstverständlichkeiten des täglichen Lebens gehört, sind hier umfassende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dringender notwendig als auf vielen bevorzugt bearbeiteten Gebieten.

In Österreich sind diesbezügliche Untersuchungen seit 1976 in der Abteilung für Ökosystemforschung durchgeführt worden, zunächst an den Sanitäreinrichtungen eines Forschungsboots auf dem Neusiedlersee, dann auf einer Hütte des Österreichischen Alpenvereines (GRAEFE, 1984). 1980 wurde Traubenkernschrot im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung in zwei Flüchtlingslagern in Thailand als Hilfsmittel für die Entsorgung erprobt (GRAEFE, 1981). Damit traten erstmals seuchenhygienische Fragen in den Vordergrund.

Parasiteneier in den Fäkalien wurden zuverlässig abgetötet, wenn es durch mikrobielle Aktivität zu höheren Temperaturen in den Rottebehältern kam (AUER und PICHNER, 1981; DENIZ, 1984). Bei niederen bis mittleren Temperaturen konnten sich Larven von *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus* und *Strongyloides stercoralis* entwickeln. Dazu sind erst Untersuchungen begonnen worden (GRAEFE, 1983 a). Weitere Arbeiten werden folgen müssen. Über das Schicksal pathogener Bakterien während der Fäkalienkompostierung mittels Traubenkernschrot konnten wir nur erste Beobachtungen sammeln; diese sprechen jedoch dafür, daß es durch die Konkurrenz mit den Rotteorganismen zu einem raschen Verschwinden der pathogenen Keime kommt.

In einem Übersichtsreferat (GOLUEKE, 1983) wird zitiert, daß die Aufrechterhaltung von Temperaturen über 55° C über einen Zeitraum von drei Tagen zur Vernichtung aller pathogenen Organismen in der Kompostmasse führte. Diese Annahme erhält eine Stütze durch die Erfahrungen mit der Klärschlammhygienisierung durch die Flüs-sigrotte. Bei gesteuerter Belüftung im Hygienisierungsreaktor kommt es zu Temperaturen um 55° C. Diese werden 2 bis 2,5 Tage aufrechterhalten. Ebenso wie bei der Kompostierung soll hierbei der hygienisierende Effekt von den antagonistischen Wirkungen der nichtpathogenen aeroben Mikroorganismen ausgehen (NEBIKER, 1982).

Die Untersuchungen in den Flüchtlingslagern in Indochina haben uns darauf aufmerksam gemacht, daß psychologische und ethologische Gesichtspunkte ebenso berücksichtigt werden müssen wie seuchenhygienische. In dem Bericht des Hochkommissärs der Vereinten Nationen für die Flüchtlinge vom 31. Dezember 1980 über das humanitäre Hilfsprogramm für die afghanischen Flüchtlinge in Pakistan wird berichtet, daß ein starkes Vorurteil der afghanischen Flüchtlinge gegen das Reinigen und Benutzen einer öffentlichen Toilette besteht. Sie haben sich deshalb ihre traditionellen Latrinen in der Nähe ihrer Zelte oder Lehmhütten gebaut, die jeweils von der Familie benutzt werden. In der 60–90 cm tiefen Grube werden die Fäkalien mit Asche oder Sand bestreut, alle zwei bis drei Wochen ausgeräumt und oft als Dünger verkauft.

Die Versuchstoilette im Lager Khao-I-Dang, die von einer vierköpfigen Familie benutzt wurde, stellte die Eignung von Traubenkernschrot zur Geruchsbindung und zur Rotte-förderung unter Beweis. Sehr deutlich wurde zum Ausdruck gebracht, daß ein dezentrales, familienweise benutzbares Toilettensystem bevorzugt wird. Es muß eine starke Neigung angenommen werden, den Toilettenraum als vertrautes, sicheres Territorium zu sehen. Die Benutzung durch Fremde stört das Vertrauensverhältnis zur Örtlichkeit. Ebenso stören alle Spuren, die an die Exkremente erinnern, mehr, wenn sie von Fremden und etwas weniger, wenn sie von vertrauten Personen und Familienangehörigen stammen. Die ausgezeichneten Leistungen des Traubenkernschrots bei der Geruchsbindung sind hoch einzuschätzen, weil sie einen wichtigen Störfaktor beseitigen. Neben der subjektiven Komponente ist es wichtig, daß dadurch auch die Anziehung auf Fliegen deutlich vermindert wird.

Anfänglich wurden von uns Konstruktionsvorschläge gemacht (GRAEFE, 1979). Später zeigte es sich, daß es zahllose Gestaltungsvarianten gibt, die jeweils für spezifische Erfordernisse geeignet sind. Das Gemeinsame aller Vorrichtungen besteht in der Verwendung von Traubenkernschrot bzw. sonstiger Tresterprodukte, die eine lebhaft rotte mitgemacht haben und deshalb eine große Zahl von Sporen mesophiler und vor allem thermophiler Mikroorganismen mitbringen. Bei den nachfolgenden Untersuchungen wurde das Hauptaugenmerk auf die Verwendung des Einstreumittels gelenkt (GRAEFE, 1983, b). Dabei lieferten die Untersuchungen des Schweizer Physikers Pierre Lehmann einen wesentlichen Beitrag, der im Rahmen einer umfassenden Studie nachweisen konnte, daß 20% Kernschrot mit 80% Sägespänen gemischt wer-

den können. Dadurch werden die mikrobiellen Leistungen nicht vermindert und die Belüftung innerhalb des Substrats verbessert, vor allem wenn die größeren Ketten-sägespäne verwendet werden.

Am 12. 1. 1982 ist vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung das Projektteam „Container-Trockentoilette“ konstituiert worden. Dabei wurden die Zielvorstellungen für die Herstellung des Prototyps formuliert. Die Trockentoilette soll transportabel, von allen Anschlüssen unabhängig und auch in Katastrophenfällen einsetzbar sein. Dieses Demonstrationsvorhaben zur Entwicklung und Erprobung einer auf der Traubentresterhumifizierung beruhenden Technologie zur Bewältigung mittlerer Fäkalmenngen wurde dann in Zusammenarbeit mit Ing. Hans Schindler und der FMW-Förderanlagen- und Maschinenbau G.m.b.H., Wien, durchgeführt, die sich an den Entwicklungskosten beteiligte.

Im Oktober 1983 konnte der Prototyp (Abb. 1) fertiggestellt und in Erprobung genommen werden. Die Konstruktionsmerkmale sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Die Fäkalienwanne mit einem Rauminhalt von  $1,1 \text{ m}^3$  ist auf einem Fahrwagen gelagert. Beim Öffnen der Tür einer Klosettzelle wird die Wanne über ein Gestänge und ein Klinkenschaltwerk um einen kleinen Winkel gedreht. Gleichzeitig wird der Streugutbehälter geöffnet. Durch das Weiterdrehen und durch die leicht unsymmetrische Anordnung der Sitze in den beiden Klosettzellen ist eine gleichmäßige Auffüllung der Wanne gewährleistet.

Der Streugutbehälter besitzt einen Rauminhalt von  $1,3 \text{ m}^3$  und ist in der ersten Probe-phase mit 80% Sägespänen und 20% humifizierten Traubentrestern befüllt worden. Die Streumenge läßt sich einstellen. Unter Einbeziehung der Fäkalienmenge, der Verdunstung und des Masseschwunds im Rottebehälter kann damit gerechnet werden,



Abb. 1

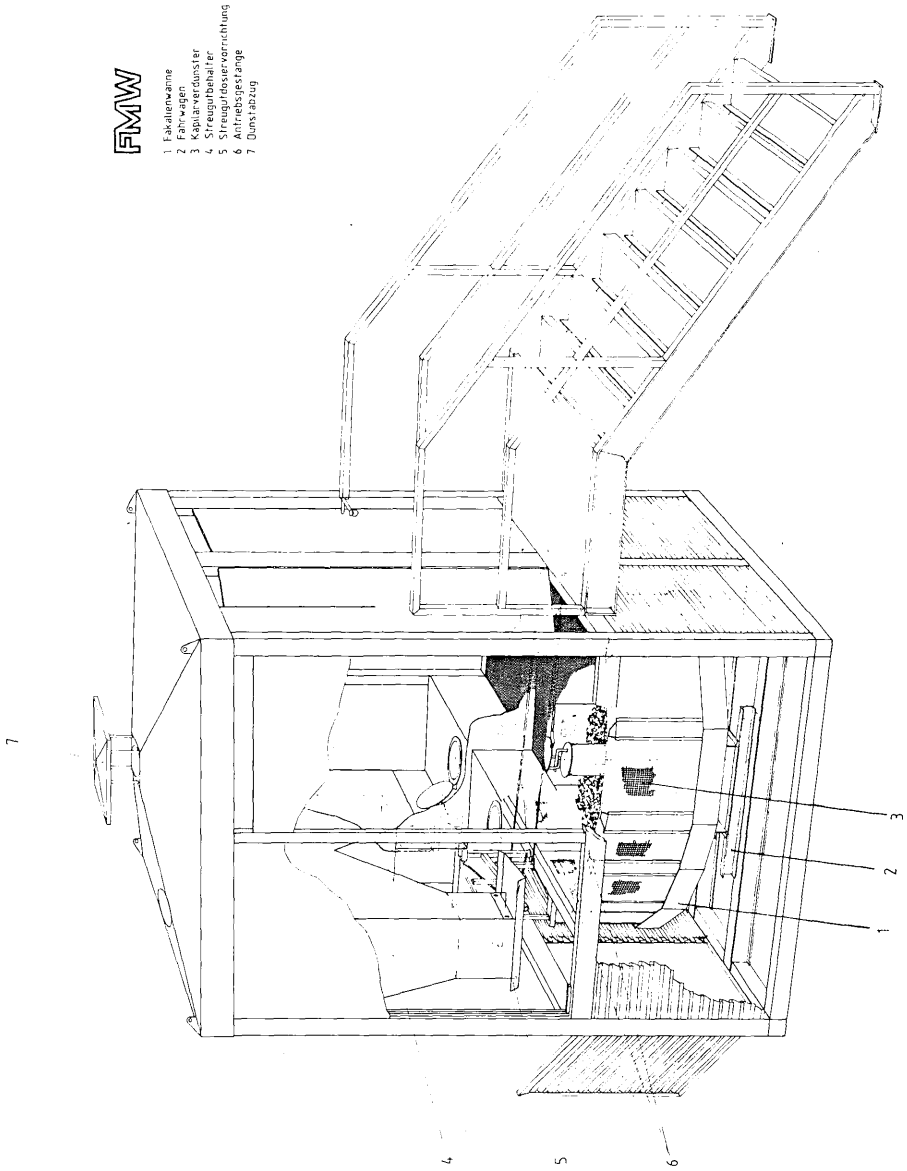


Abb. 2

daß der Inhalt des Streugutbehälters noch nicht vollständig aufgebraucht ist, wenn ein Austausch der gefüllten Wanne notwendig wird. Dazu kann der Behälter mit dem Fahrzeug auf den beiden Schienen herausgezogen und auf eine LKW-Ladebordwand geschoben oder mittels einer mechanischen Vorrichtung abgehoben werden.

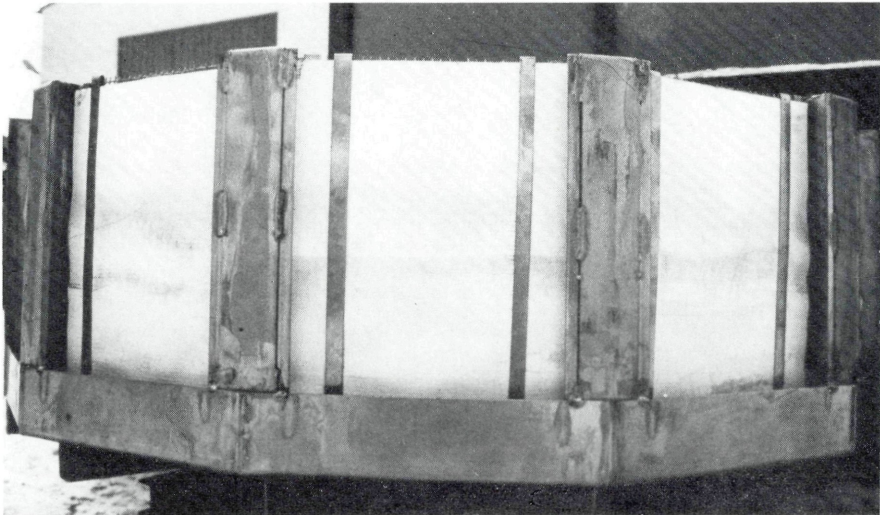


Abb. 3

An den Gittern der Außenwand des Rottebehälters sind gut 1 mm starke Zellstoffplatten angeklemt, die den Flüssigkeitsanteil aufsaugen und verdunsten; auf der Abbildung 3 lassen sich die dunklen Banden erkennen, an denen sich die Humusstoffe angesammelt haben, die mit der Flüssigkeit nach oben gewandert sind. Durch die Erwärmung während der Rotte, durch das geringere spezifische Gewicht feuchter Luft und durch die Anordnung des Dunstabzugs kommt es zu einer beträchtlichen Verminderung der vorhandenen Flüssigkeit. Die ersten Testerfahrungen haben ein gutes Funktionieren der mechanischen Vorrichtungen und wieder eine ausgezeichnete Geruchsbindung ergeben. Die Belastbarkeit der Container-Trockentoilette bei sehr hoher Benutzungsfrequenz kann erst im kommenden Jahr ermittelt werden.

### Zusammenfassung

Unter den lebenserhaltenden Stoffkreisläufen besitzt der des Wassers höchste Priorität. Auch wenn die leichtfertige Einleitung von Exkrementen und Abfallstoffen in den Wasserkreislauf verständlich erscheint, sollten grundsätzlich trockene Entsorgungssysteme gefördert werden. Unter bestimmten Bedingungen ist ein Wasseranschluß gar nicht möglich. Traubenkernschrot oder andere Tresterprodukte, die einen mikrobiellen Prozeß durchgemacht haben, sorgen für eine sofort wirksame Geruchsbindung und eine rasche Humifizierung, bei der eine deutliche Verminderung von Parasiten und pathogenen Keimen erreicht werden kann. Das Einstreumaterial kann zu 20% aus Trestersubstanzen und zu 80% aus Sägespänen bestehen. Der Prototyp einer Container-Trockentoilette, bei dem die Streuung dieses Gemischs automatisch geschieht, wird vorgestellt. Diese Einrichtung ist unabhängig von allen Anschlüssen und kann an den Bedarfsorten rasch aufgestellt werden.

## Summary

### Waterless toilet systems and hygienization of human feces by microbial activities

The cycle of water has supreme priority among the vital cycles of matter. Though the thoughtless discharge of excrements and general waste into the cycle of water might appear understandable, dry systems of disposing of feces and waste should – on principle – be given support and promotion. Under certain circumstances water connection might not even be possible. Grape-seed groats or other grape-marc products having undergone a microbial process are taking care of an immediately effective smell absorption and quick humification thereby achieving a clearly remarkable reduction of parasites and pathogenic germs. The strew material may comprise 20% grape-marc substances and 80% saw dust. The prototype of a “Container Dry-Toilet” with automatic strewing of this mixture is being presented. This device is independent of all connections and quickly put up where required.

## Literatur

- AUER, H., O. PICHER (1981): Untersuchungen über den Einfluß von Traubenkernschrot auf Darmparasiten in menschlichen Fäkalien. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. 3, 59–64.
- DENIZ, E., K. ALTINTAS, T. CENGIZ (1984): Traubenkernschrot als Mittel zur Hygienisierung von Fäkalien – Experimentelle Arbeiten in der Türkei 1982/83. Referat bei der gemeinsamen Tagung der Deutschen Tropenmed. Gesellschaft, der Österr. Ges. für Tropenmed. und Parasitologie und der Schweizerischen Gesellschaft für Tropenmed. und Parasitologie am 22./23. April 1983 in Garmisch-Partenkirchen. In: Medizin in Entwicklungsländern, Bd. 16, 319–321, Verlag Peter Lang, Frankfurt/M., Bern, New York.
- GOLUEKE, C. G. (1983): Epidemiological Aspects of Sludge Handling and Management. Biocycle, Journal of Waste Recycling, May-June 1983, 52–58, continued in the July-August issue 50–58.
- GRAEFE, G. (1979): Energie aus Traubentrestern. – Wirtschaftliche Nutzung eines Abfallprodukts in einem geschlossenen Stoffkreislauf. Studie im Auftrag des BMWF, Deutsch und Englisch, im August 1979, 1–137.
- GRAEFE, G. (1981): Traubenkernschrot als Grundlage für wasserlose Klosettanlagen. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. 3, 55–58.
- GRAEFE, G. (1983): Verhaltensstudien an Hakenwurmlarven unter angewandt-parasitologischen Aspekten. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. 5, 89–91.
- GRAEFE, G. (1983): Dünger und Energie aus Traubentrestern. Studie im Auftrag des Bundesmin. f. Wissenschaft und Forschung, 1–163.
- GRAEFE, G. (1984): Vorrichtungen und Mittel zur Verbesserung von Trockenklosetts – Experimentelle Arbeiten in Österreich in den Jahren 1976–1982. Referat bei der gemeinsamen Tagung der Deutschen Tropenmed. Gesellschaft, der Österr. Ges. f. Tropenmedizin und Parasitologie und der Schweizerischen Ges. f. Tropenmed. und Parasitologie am 22./23. April 1983 in Garmisch-Partenkirchen. In: Medizin in Entwicklungsländern, Bd. 16, 323–326, Verlag Peter Lang, Frankfurt/M., Bern, New York.
- NEBIKER, H. (1982): Klärschlamm – aufbereitet und entschärft. Stabile Klärschlammhygienisierung und günstige Klärschlammigenschaften durch Flüssigrotte. gwf-Wasser/Abwasser Nr. 12, 88–92.

## ANSCHRIFT DES AUTORS:

Institut für Vergleichende Verhaltensforschung  
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften  
Abteilung für Ökosystemforschung

Bergstraße 10  
A-7082 Donnerskirchen

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Graefe Gernot

Artikel/Article: [Wasserlose Klosettsysteme und die Hygienisierung menschlicher Fäkalien durch mikrobielle Aktivität. 131-136](#)