

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die nordmongolische Stadt Darkhan wurde in den 60er-Jahren am Reißbrett geplant und entsprechend gebaut. Prägend für das Bild der Stadt sind die aus dieser Zeit stammenden Apartmenthäuser (Abb. 1, links). Ihre Bewohner haben Zugang zu vorhandener Infrastruktur, wie z. B. dem Fernwärme-, Trinkwasser- oder Abwassersystem. Das Abwasser der Apartmenthäuser wird mithilfe eines Kanalnetzes abgeleitet und in einer zentralen Kläranlage gereinigt. Eine Verwertung des bei der Reinigung anfallenden Klärschlammes ist allerdings nicht vorgesehen. Stattdessen erfolgt eine Entsorgung in Schlammteichen. Hierbei besteht die Gefahr einer Kontamination des Bodens und des Grundwassers. Außerdem bleiben die Ressourcen des Klärschlammes (Nährstoffe und Energie) durch diese Art der Entsorgung ungenutzt.



Abb. 1: Links: Typische Apartmenthäuser der Stadt Darkhan; Rechts: Jurtensiedlung in Darkhan (Fotos: Jürgen Stäudel)

Um die geplante Stadt Darkhan herum haben sich informelle Siedlungen, so genannte Jurtensiedlungen (Abb. 1, rechts), gebildet. Vor allem Mongolen, die ihr Nomadentum aufgeben, zieht es in die Randbereiche der Stadt. Hier steht ihnen laut Gesetz eine Fläche mit bestimmter Größe zur Verfügung, auf der sie sich niederlassen und ihre Jurte aufstellen können. Die Bewohner haben allerdings keinen Zugang zur städtischen Infrastruktur. So besitzen die Jurtensiedlungen u. a. keinen Zugang zum Trinkwasser- bzw. Abwassersystem. Einfache, nicht abgedichtete Latrinen (engl. pit latrines) dienen zur Verrichtung der Notdurft. Neben den hygienischen Risiken besteht auch bei den Latrinen die Gefahr der Kontamination von Boden und Grundwasser. Zudem werden sowohl die im Urin bzw. in den Fäzes enthaltenen Nährstoffe als auch ihre Energie nicht genutzt.

Zur Lösung der sanitären Problematik mongolischer Städte wurde im Rahmen des Projekts "IWRM MoMo 2" (Integriertes Wasserressourcen-Management in

Zentralasien: Modellregion Mongolei) ein integriertes Sanitärsystem entwickelt (LONDONG & HARTMANN 2011). In diesem System ersetzen Trockentrenntoiletten die Latrinen in den Jurtensiedlungen. Somit können Urin und Fäzes getrennt voneinander erfasst und im Anschluss verwertet werden. Bezüglich der Fäzes ist eine gemeinsame Faulung mit Klärschlamm, der bei der zentralen Abwasserreinigung anfällt, vorgesehen. Mithilfe des entstehenden Faulgases wird thermische bzw. elektrische Energie generiert. Die anfallenden Gärreste können, ebenso wie der Urin, als Dünger in der Landwirtschaft dienen. Insgesamt ist es das Ziel des integrierten Sanitärsystems, die Ressourcen der einzelnen Stoffströme zu nutzen. Dadurch können Werte (Energie, Dünger) geschaffen werden, die zur Wirtschaftlichkeit des Systems beitragen.

Zur praktischen Umsetzung eines solchen integrierten Sanitärsystems fehlen allerdings Erfahrungen bezüglich des Einsatzes von Fäzes aus Trockentrenntoiletten bei einer Nassvergärung. Während für ähnliche Substrate, wie z. B. Schwarz- oder Braunwasser bereits zahlreiche Erkenntnisse vorliegen, ist dies bezogen auf Fäzes nicht der Fall. Es ist nicht belegt, in wie weit Fäzes aus Trockentrenntoiletten für eine gemeinsame Faulung mit Klärschlamm überhaupt geeignet sind. Ferner liegen noch keine Kennzahlen vor, mit denen eine Faulung von Klärschlamm und Fäzes ausgelegt werden kann.

Darüber hinaus ist das integrierte Sanitärsystem den extremen klimatischen Bedingungen in der Mongolei ausgesetzt. Bisher fehlen Erkenntnisse darüber, welchen Einfluss die tiefen Temperaturen im Winter auf eine gemeinsame Faulung von Klärschlamm und Fäzes haben.

1.2 Zielstellung und Herangehensweise

Ziel dieser Arbeit ist es, erste Erkenntnisse über Fäzes aus Trockentrenntoiletten als Substrat bei einer Faulung mit Klärschlamm zu generieren. Darüber hinaus wird der Einfluss der extremen klimatischen Bedingungen auf eine solche Faulung näher betrachtet. Insgesamt gilt es, folgende Fragen zu beantworten:

- Wie viel Fäzes fallen in den Trockentrenntoiletten an und wie ist ihre Beschaffenheit?
- In wie weit bedarf es einer Aufbereitung der Fäzes, bevor sie bei einer Nassvergärung eingesetzt werden können?
- Welchen Einfluss haben Fäzes aus Trockentrenntoiletten auf eine gemeinsame Faulung mit Klärschlamm?
- Welchen Einfluss haben die extremen klimatischen Bedingungen auf die Faulung?

- Wie kann ein mögliches Verfahrensschema zur Faulung von Klärschlamm und Fäzes aussehen?
- Welche Kennzahlen können angenommen werden, wenn Fäzes aus Trockentrenntoiletten als Substrat bei einer Faulung zum Einsatz kommen?

Mithilfe der Antworten auf diese Fragen sollen erste Grundlagen für die praktische Umsetzung einer gemeinsamen Faulung von Klärschlamm und Fäzes erarbeitet werden. Dabei zielen die Ergebnisse auf Regionen mit klimatischen Verhältnissen bzw. einer Siedlungsstruktur vergleichbar zu mongolischen Gegebenheiten.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden verschiedene Versuchsreihen durchgeführt:

- Die Ermittlung des Fäzesanfalls erfolgte mithilfe von zwölf Trockentrenntoiletten, die pilothaft in einer Jurtensiedlung der mongolischen Stadt Darkhan aufgestellt wurden.
- Zur Untersuchung der gemeinsamen Faulung von Klärschlamm und Fäzes diente eine halbtechnische Versuchsanlage, betrieben auf der Kläranlage Darkhan.
- Der Einfluss der extremen klimatischen Bedingungen auf Fäzes als Substrat einer Faulung wurde anhand von Laborversuchen an der Bauhaus-Universität Weimar untersucht.

Die Ergebnisse dieser Versuche bilden die Basis für das Aufstellen eines Verfahrensschemas sowie die Ableitung von Kennzahlen zur Auslegung einer Faulung von Klärschlamm und Fäzes.