



Ingenieure ohne Grenzen e. V.

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania -
nachhaltigen Entwicklungszusammenarbeit in Zeiten des Klimawandels



- **Ingenieure ohne Grenzen e.V.**
- **Nachhaltigkeitsaspekte**
- **Folgen des Klimawandels für Tansania**
- **Ländliche Energieversorgung in Tansania**
- **Kleinst-Biogasanlagen für Tansania „BiogaST“**

Ingenieure ohne Grenzen e.V.



Ingenieure ohne Grenzen e.V. wurde 2003 gegründet und beschäftigen sich mit :

- ingenieurtechnischen Aufgaben
- Ausbildung und Forschung im Rahmen der Entwicklungshilfe und der Entwicklungszusammenarbeit

Der Verein besteht aus Ingenieuren, aus den verschiedensten Bereichen, sowie Architekten und Studenten des Ingenieurwesens aber auch anderer Disziplinen. Hauptaufgabe ist es notleidenden Menschen und Tieren zu helfen:

- **Nothilfe / Katastrophenschutz** : Notwasserversorgung; Notunterkünfte; Beschaffung von Lebensmitteln und Medikamenten etc.; Feststellung der vorhandenen Wasserqualität und Herausgabe von Handlungsempfehlungen an die Betroffenen
- **Entwicklungshilfe / Entwicklungszusammenarbeit** : Planung und Bau von Infrastrukturprojekten, Bau von Häusern, Brücken und Wasserzisternen, dezentrale Energieversorgung etc.



Brückenbau



Regenwasserzisterne

Ein Großteil der Arbeit findet in **Regionalgruppen** statt. Hierbei wird:

- ingenieurtechnisches Wissen weitervermittelt
- Kontakte aufgebaut
- Öffentlichkeitsarbeit geleistet

Es finden regelmäßig Lehrgänge zur Vorbereitung auf Auslandseinsätze statt sowie zum Wissenstransfer im Bereich Entwicklungszusammenarbeit.



*Hängeseilbrücke
(Kenia)*

Neben der Organisation in Regionalgruppen findet die Zusammenarbeit innerhalb des Vereins in Arbeitskreisen statt. So entstand 2008 der erste Arbeitskreis mit dem Schwerpunkt erneuerbare Energien und dezentrale Energieversorgung (**AKEEDE**). Ziel des Arbeitskreises ist es den Lebensstandard der ländlichen Bevölkerung in Entwicklungsländern durch den Einsatz umweltfreundlicher erneuerbarer Energien und dezentraler Technologien, wie z.B.:

- Wasserkraft
- Biogas
- Windenergie

nachhaltig zu verbessern. Dieses Ziel soll durch einen intensiven Wissens- und Know-how-Transfer zwischen Regionalgruppen, Vereinsmitgliedern, Unternehmen, Universitäten, anderen NGOs sowie den Entwicklungsländern erreicht werden.



Biogasanlage



Windkraftanlage



Nachhaltigkeitsaspekte

Nachhaltige Entwicklung und Entwicklungszusammenarbeit

Nachhaltige Entwicklung

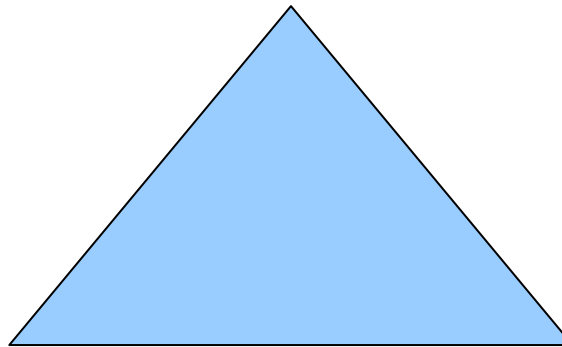
„Dauerhafte Entwicklung ist die Entwicklung , die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ *Brundtland-Bericht (1987)*

Nachhaltigkeit und Entwicklungszusammenarbeit

- Projekte gelten als nachhaltig wenn Situationsverbesserungen nach Ende der Maßnahme ohne fremde Hilfe dauerhaft erhalten bleiben
- zentraler Bestandteil ist dabei die Vorbereitung der Projekte unter Beachtung des Projektumfeldes, Evaluation und Monitoring sowie die Gleichberechtigung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Faktoren

Sozial-Kulturell

- „Hilfe zur Selbsthilfe“
- Gender
- Wissenstransfer (Schulung & Ausbildung)



Ökonomisch

- angepasster Technik & lokale Materialien
- Stärkung des lokalen Unternehmertums
- Eigenleistung der Nutzergruppen

Ökologisch

- Ressourcenschonung
- Biodiversität
- Emissionseinsparungen

Projektbeispiel Tansania



Tansania



Folgen des Klimawandels für Tansania



"Die Klimaänderung ist nicht nur, wie zu viele Menschen noch glauben, ein Umweltthema. Sie ist eine allumfassende Bedrohung. Sie ist eine Bedrohung für die Gesundheit (...). Sie könnte die Welternährung gefährden (...). Sie könnte die Grundlagen gefährden, von denen fast die Hälfte der Weltbevölkerung lebt." *Kofi Annan (2006)*

Folgen des Klimawandels für Tansania

Auswirkungen für Tansania

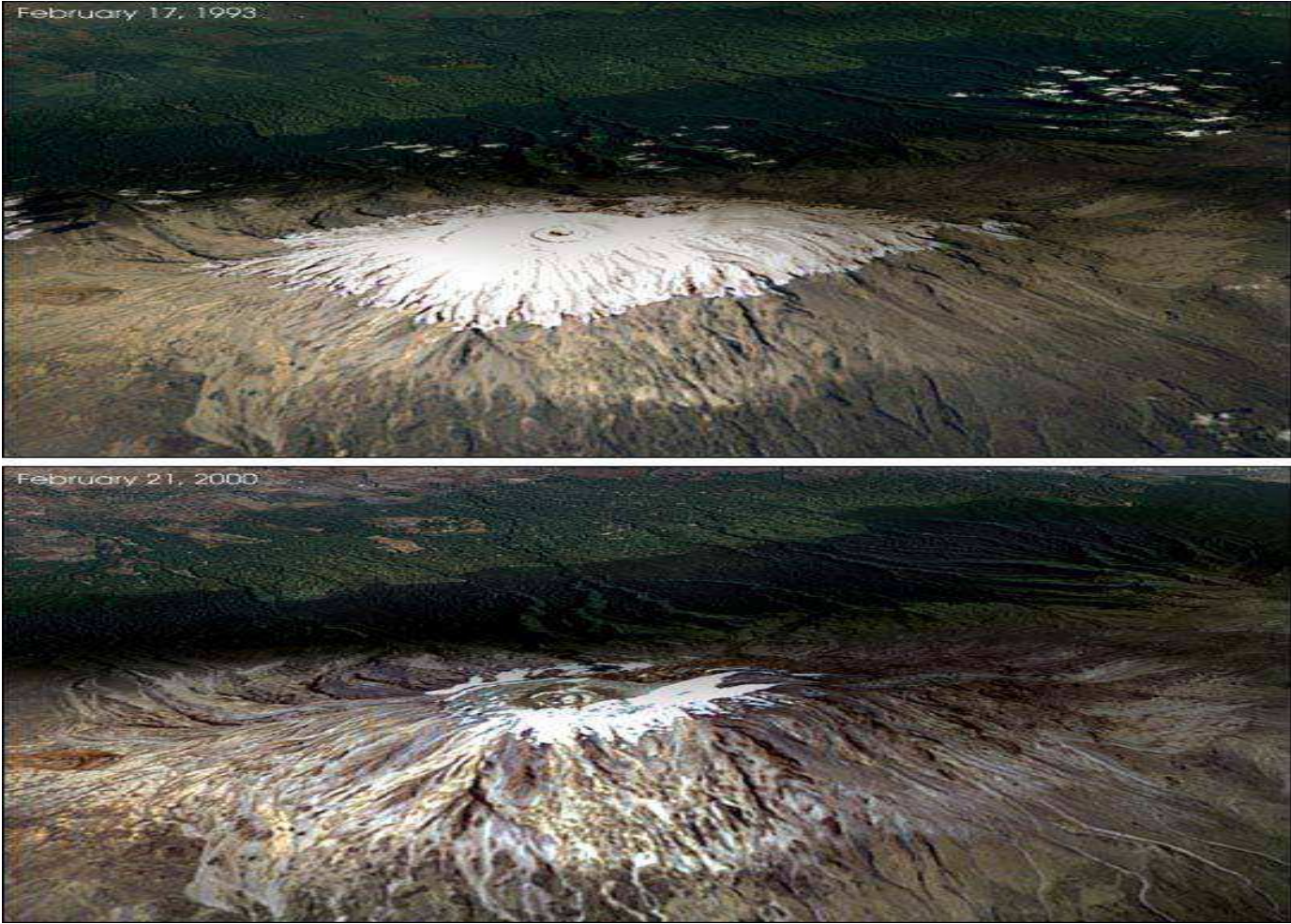
Temperatur

- die mittlere Jahrestemperatur steigt laut Prognosen im Durchschnitt um 2°C - 4°C
- die mittlere Tagestemperatur steigt laut Prognosen in Durchschnitt um 3°C - 5°C
→ Trockenperioden und Veränderung der Vegetationszonen

Niederschlag

- in Gebieten mit zwei Regenzeiten (Oktober - Dezember und März - Mai) steigt die Niederschlagsmenge laut Prognosen um 5 - 55 % → Fluten und Überschwemmungen
- in Gebieten mit einer Regenzeit (Dezember - April) sinkt die Niederschlagsmenge laut Prognosen um 5 - 15 % → Austrocknung von Flüssen und Seen

Folgen des Klimawandels für Tansania



Quelle: National Adaption Programme of Action - NAPA (2007)

Folgen des Klimawandels für Tansania

Durch den Klimawandel betroffene Bereich und sektorale Auswirkungen (Beispiele)

Landwirtschaft

- ca. 82 % der Bevölkerung leben von der Landwirtschaft
- **Beispiel Mais:** durch die Temperaturerhöhung und den verringerten und veränderten Niederschlag wird die Maisproduktion landesweit um ca. 33 % sinken

Forstwirtschaft

- 2002 waren 35 % der Landesfläche (ca. 38,8 Mio. ha) Waldfläche
- Waldflächenverlust durch Abholzung und Brandrohdung ca. 1 % pro Jahr
- Aufgrund der Klimaveränderungen wird ein weiterer Rückgang der subtropischen Trocken- und Feuchtwälder um 60 % erwartet → verminderte CO₂-Aufnahme und zunehmende Energieprobleme

Klimaveränderungen führen vor allem in der ländlichen Bevölkerung zu vermehrter Armut und Migration in urbane Gebiete.

Ländliche Energieversorgung in Tansania

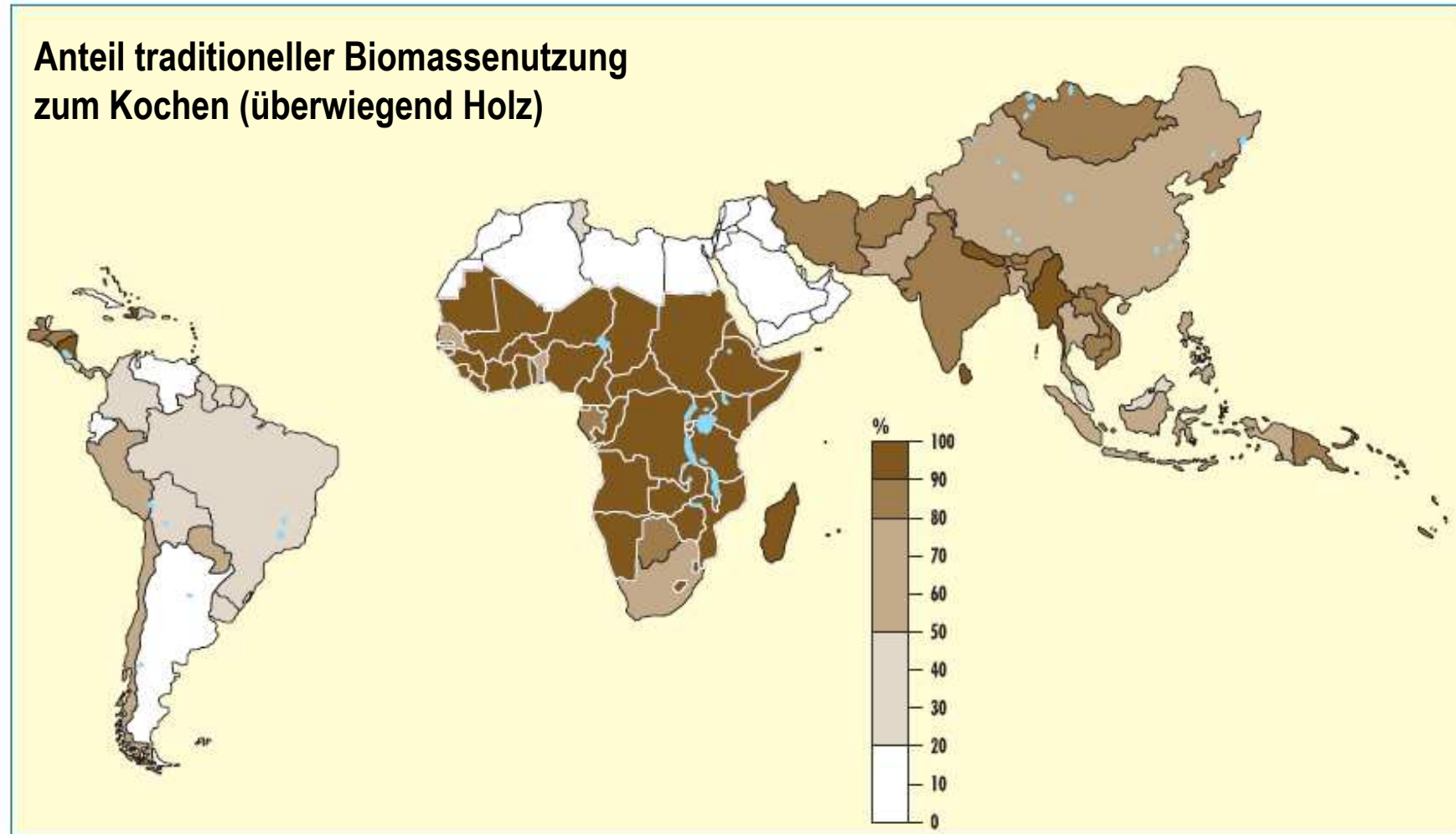
Allgemein

- Mineralöle (ca. 70 % aus Importen), Wasserkraft und Kohle sind die Hauptprimärenergien der kommerziellen Energieversorgung
- ca. 93 % des Gesamtenergieverbrauchs werden aus Feuerholz und Holzkohle (hauptsächlich zum Kochen) gewonnen

Elektrische Energie

- ca. 0,6 % des Gesamtenergieverbrauchs
- Erzeugung hauptsächlich aus Wasserkraft ca. 600 MW (Versorgung durch Klimaveränderungen stark gefährdet)
- ca. 3/4 des Landes (hauptsächlich Städte) sind an die Netze angebunden
- ca. 8.200 Dörfer besitzen keine Elektrizitätsversorgung

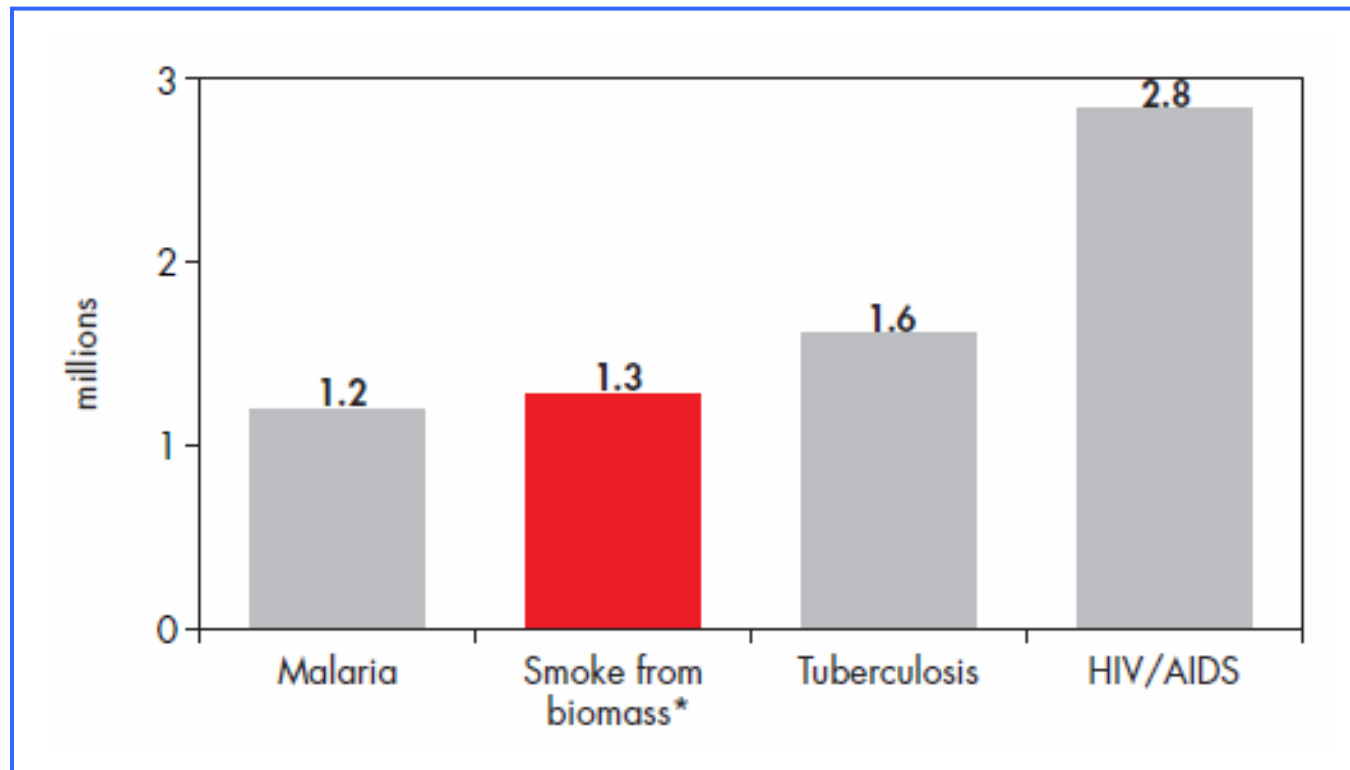
Ländliche Energieversorgung in Tansania



Ländliche Energieversorgung in Tansania



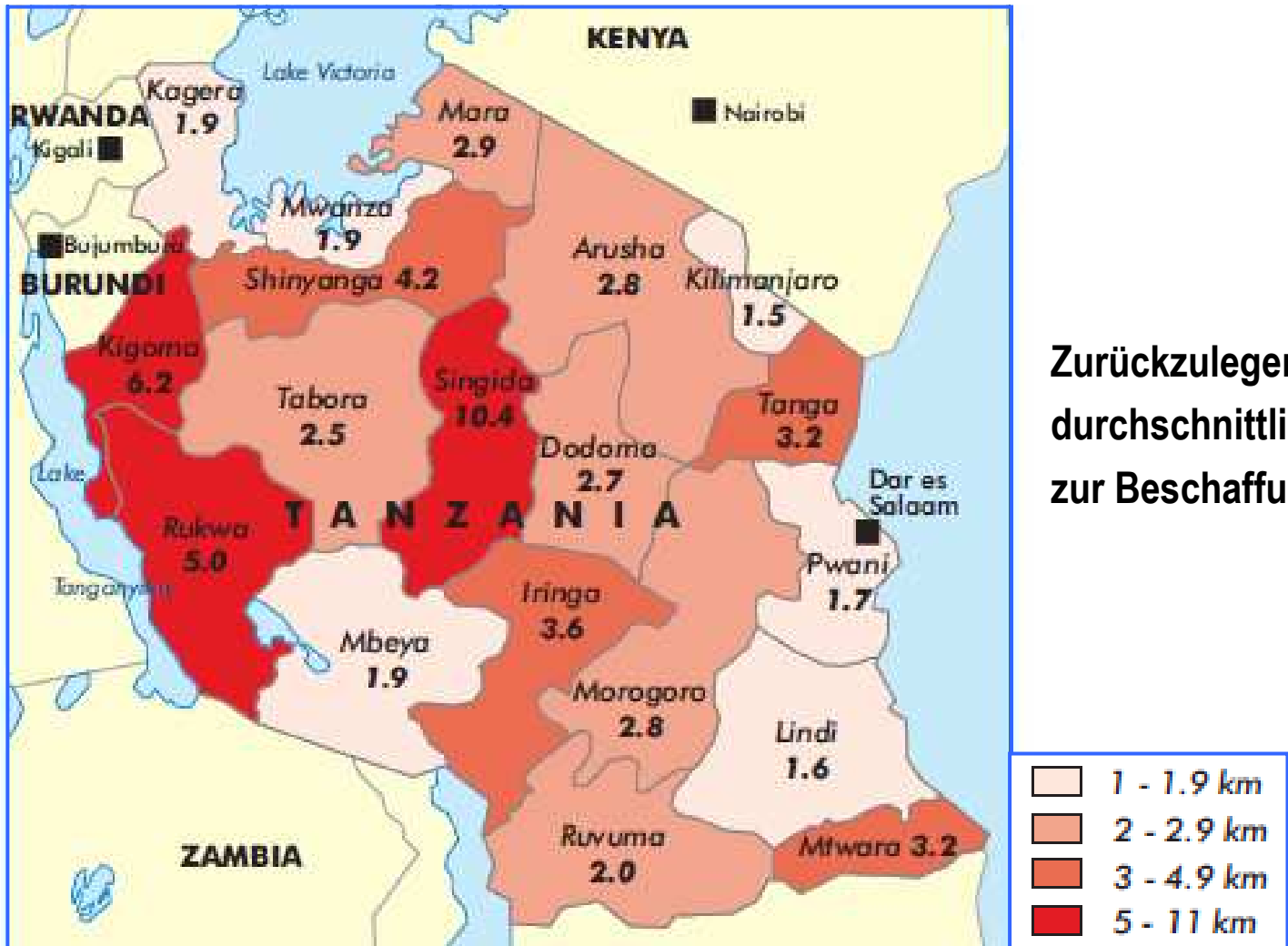
Jährliche Todeszahlen nach Ursache (weltweit)



* IEA Schätzung auf Basis WHO für alle Formen fester Biomasse

Quelle: IEA Datenbasis (2006)

Ländliche Energieversorgung in Tansania



Zurückzulegende durchschnittliche Entfernung zur Beschaffung von Feuerholz

Quelle: Household Budget Survey (2001), National Bureau of Statistics, Tanzania

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania



Eine mögliche Lösung um den dargestellten Problemen im ländlichen Raum zu begegnen stellt die Verwendung von Biogas dar.

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania

Biogas Allgemein

Entstehung

Biogas ist ein Stoffwechselprodukt, das bei der Vergärung von Biomasse durch anaerobe Bakterien entsteht.

Nutzbarmachung

Um das brennbare Gas zur dezentralen Energieversorgung zu nutzen, benötigt man angepasste Kleinst-Biogasanlagen.

Zusammensetzung

Biogas:

- Methan
- Kohlendioxid

- Wasserdampf
- Schwefelwasserstoff
- Spurengase

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania



Biogasnutzung im ländlichem Raum

Einzelne Haushalte

Gerade bei Kleinst-Biogasanlagen zur dezentralen Energieversorgung stehen die direkte Nutzung des Gases zum Kochen und die Erzeugung von Licht im Vordergrund.



Gaskocher

Betriebe und Schulen

Die Umwandlung in andere Energieformen, wie z. B. die Verbrennung in modifizierten Kraftstoffmotoren, machen erst ab einer bestimmten Anlagengröße Sinn.



Gaslampe



Kleinst-Biogasanlagen für Tansania

Zielsetzungen des Projektes Biogas support for Tanzania „BiogaST“

- dezentrale Versorgung der ländlichen Bevölkerung mit Biogas zum Kochen sowie dem Einsatz in Gaslampen
- Förderung des lokalen Unternehmertums durch Ausbildung und Schulung im Bereich der Biogasnutzung
- Verringerung der Umweltbelastung durch gezielte Umweltbildungsmaßnahmen
- Verbesserung der Gesundheit, vor allem von Frauen und Kindern
- Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und Verbesserung der Bodenqualität

Partnerorganisation

Zusammenarbeit mit der tansanischen Organisation MAVUNO Project (gegründet 1993) im Zielgebiet der Region Kagera

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania

Kurzfristige Maßnahmen

- Bau von Kleinst-Biogasanlagen zur Sensibilisierung der Bevölkerung
- Initiierung eines Schulungs- und Ausbildungszentrums zur Ausbildung mehrerer lokaler Handwerker

Langfristige Maßnahmen

- Bau weiterer und Wartung bestehender Anlagen durch die ausgebildeten Handwerker
- Optimierung und Verbesserung der Technologie und des Projektkonzeptes nach Monitoring und Evaluierung in Kooperation mit der Partnerorganisation



Projektphase 1

- Machbarkeitsstudie (Potentialanalyse und Realisierungsbetrachtung) in Tansania → **Abgeschlossen**

Projektphase 2

- Bau von Pilotanlagen in Deutschland
- Entwurf von Bauplänen
- Entwicklung eines Schulungs- und Ausbildungskonzepts

Projektphase 3

- Informationsveranstaltungen im Zielgebiet
- Bau von Anlagen an ausgewählten Standorten zu Ausbildungszwecken
- Durchführung von Ausbildung und Schulung

Projektphase 4

- Schlussbericht inkl. Abrechnung
- Erstellung einer Projektdokumentation

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 1)



Machbarkeitsstudie

Bedarfsanalyse

- Anlagenbedarf
- Biogasbedarf

Potenzialanalyse

- Substratpotenzial
- Biogaspotenzial

Realisierungsbetrachtungen

- geeignete Anlagentechnik
- unabhängiger Bau von Anlagen
- Möglichkeiten der Umsetzung



Gärversuche



*Labor zur
Substartanalyse*



Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 1)

Mögliche nutzbare Substrate

Geeignete Substrate für die Verwendung in (Kleinst-) Biogasanlagen

- tierische Exkreme
- menschliche Exkreme (Infektionsgefahr)
- Ernterückstände (einjährige kultivierte, mehrjährige wild wachsende Pflanzen)
- organische Abfälle (privat, industriell)
- nachwachsende Rohstoffe (Nawaros)

Wichtig für die Konzeptionierung

Aufkommen, Verfügbarkeit sowie Beschaffenheit der Substrate

Biogas in der Entwicklungszusammenarbeit

Gefahren der Biogasnutzung

Direkte Gefahren

- Explosionsgefahr bei Inbetriebnahme der Anlage
→ Spülen der Anlage
- Explosionsgefahr beim Betrieb der Anlage
→ Rückschlageinrichtungen und Überdruckventile

Indirekte Gefahren

- gesundheitlich schädigende Bestandteile im Gas (z. B. Schwefelwasserstoffe)
→ Aufbereitung des Gases durch angepasste Filtertechnik
- Infektionsgefahr durch Parasiten, Keime und Viren im Restsubstrat
→ Nachbehandlung des Restsubstrats

Biogas in der Entwicklungszusammenarbeit

Biogas als angepasste Technologie

Vier wichtige Gesichtspunkte bei der Konzeptionierung von Kleinst-Biogasanlagen

- das Anlagendesign sollte an die Beschaffenheit der verwendeten Substrate angepasst werden
- die Größe und Speicherkapazität sollten an das Aufkommen der Substrate und den Bedarf an Biogas angepasst werden
- die Funktionsweise sollte für den Betreiber leicht ersichtlich, nachvollziehbar und verständlich sein
- die verwendeten Materialien sollten für den Betreiber jederzeit (vor Ort) wieder zu beschaffen sein

Nur eine gut angepasste Anlage ist langlebig und effizient !

So groß wie nötig (um genügend Gas bereitzustellen)
So klein wie möglich (um Baukosten und Arbeitsaufwand einzusparen)

Biogas in der Entwicklungszusammenarbeit

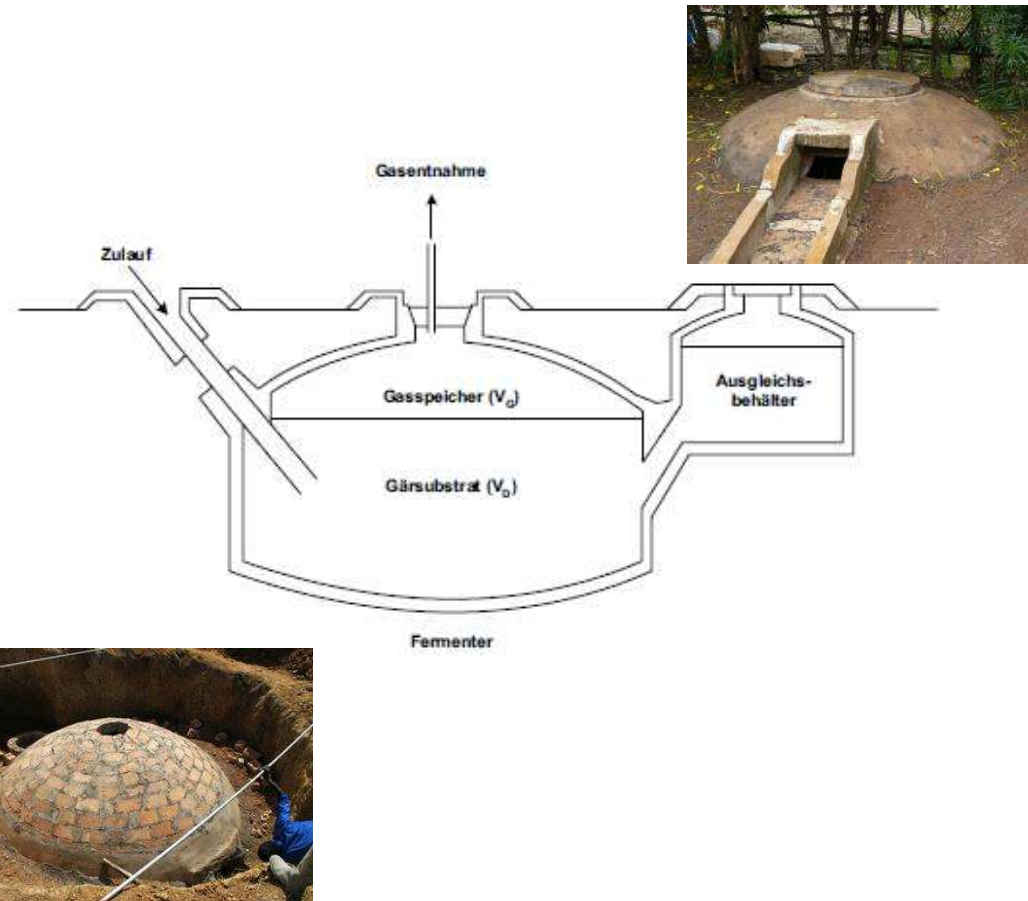
Anlagentechnik - Dombiogasanlage

Merkmale

Hauptbestandteile sind der kugel- oder linsenförmige, aus Ziegelsteinen gemauerte Fermenter (Faulraum und gleichzeitiger Gasspeicher) sowie der benötigte Ausgleichsbehälter.

Substrate

Schweine- und Rindergülle oder auch menschliche Fäkalien mit einem TS-Gehalt < 10 %



Biogas in der Entwicklungszusammenarbeit

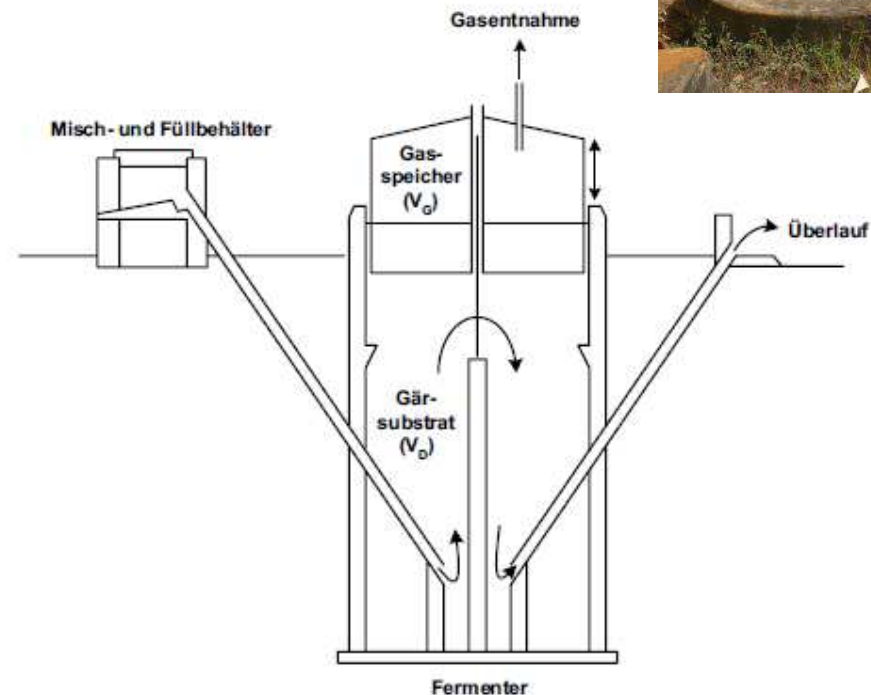
Anlagentechnik - Schwimmglocken-Anlage

Merkmale

Hauptmerkmal dieser Anlage ist eine meist aus Stahl gefertigte Gasglocke über einem zylindrischen Faulraum.

Substrate

Homogene Substrate wie Schweine- und Rindergülle mit einem TS-Gehalt $< 7,5\%$



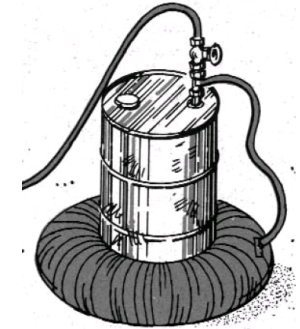
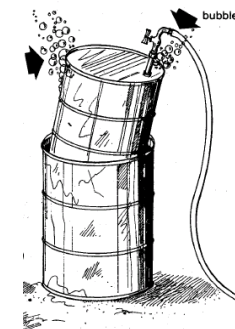
Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 1)



Anlagentechnik - Barrel-Diegesteuer

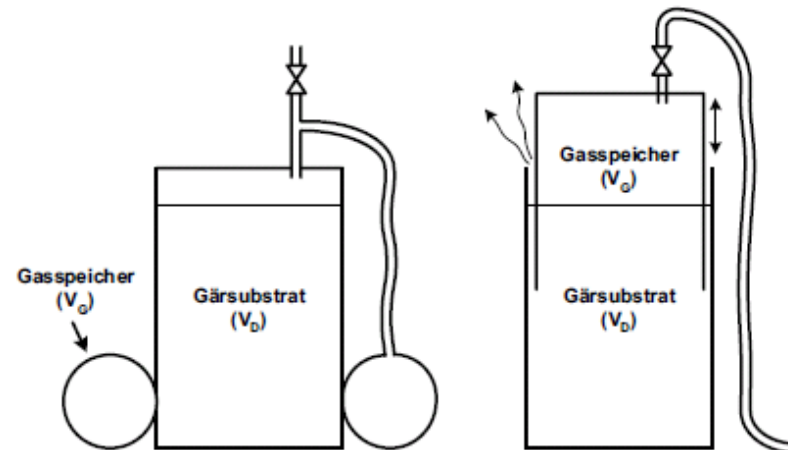
Merkmale

Diese Anlage besteht aus einem einzelnen oder zwei ineinander gesteckten zylindrischen Behältern.



Substrate

- kontinuierlicher Betrieb:
sehr dünnflüssiges Substrat mit einem TS-Gehalt $< 7,5 \%$
- diskontinuierlicher Betrieb:
Feststoffe mit einem TS-Gehalt bis 65%



Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 1)



Anlagentechnik - Folienfermenter

Merkmale

Der Folienfermenter besteht aus einem Plastik- bzw. Gummisack, der als Fermenter dient. Das Gas kann entweder im oberen Teil des Failsacks oder in einem separaten Gassack gespeichert werden.

Substrate

Dünnflüssige Substrate wie Schweine- und Rindergülle mit einem TS-Gehalt $< 7,5\%$



Photo: Sustainable Harvest International

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 1)



Anlagentyp	Vorteile	Nachteile
Dombiogasanlage	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Baukosten - keine beweglichen und rostanfälligen Teile - lange Lebensdauer (bis 20 Jahre) 	<ul style="list-style-type: none"> - stark schwankender Gasdruck - niedrige Faulraumtemperatur - kein selbständiger Überlauf - Anlage oft nicht gasdicht
Schwimmglocken-Anlage	<ul style="list-style-type: none"> - gleichmäßiger Gasdruck - gespeicherte Gasmenge direkt sichtbar - einsichtige Bedienung 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Baukosten - kurze Lebensdauer der Gasglocke (ca. 5 Jahre) - wartungsintensiv
Barrel-Digester	<ul style="list-style-type: none"> - auch in dicht besiedelten Städten möglich - einfache Bauweise 	<ul style="list-style-type: none"> - kurze Lebensdauer bei metallischen Zylindern (ca. 3 Jahre) - auf ca. 5m³ Fermentervolumen beschränkt
Folienfermenter	<ul style="list-style-type: none"> - sehr niedrige Baukosten - schneller und einfacher Aufbau 	<ul style="list-style-type: none"> - kurze Lebensdauer (ca. 4 Jahre) - empfindlich gegen Beschädigung - Materialien meist vor Ort nicht erhältlich - keine Arbeitsbeschaffung vor Ort

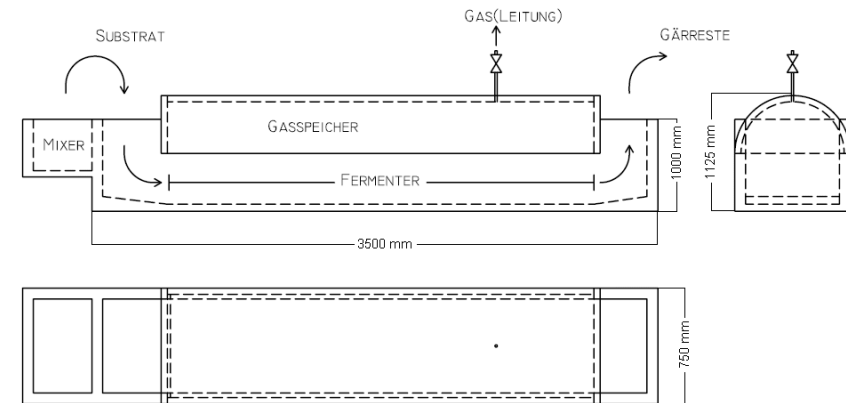
Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 2)



Biogas als angepasste Technologie

Anpassung der Anlagentechnik

- pflanzliches Substrat an Stelle von Kuhdung
- Wassereinsparung
- einfacher Anlagenbau
- Kosteneinsparung im Anlagenbau



Konzeption und Entwurf sowie Bau und spätere Optimierung von Pilotanlagen in Deutschland

- Stuttgart - Universität Hohenheim
- Berlin - Regionalgruppe Berlin

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 2)



Pilotanlage Hohenheim

Prozesstechnische Fragestellungen

- Systemoptimierung zum Einsatz vor Ort anfallender Substrate
- Optimierung der Prozessführung
- Optimierung der Fermenterdurchmischung
- Optimierung der Prozessstabilität
- Möglichkeiten des Wärmeeintrages



Aufbau der Pilotanlage

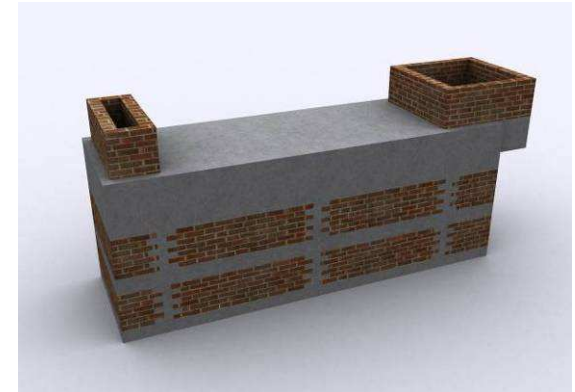
Photos: Universität Hohenheim

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 2)

Pilotanlage Berlin

Verfahrenstechnische Fragestellungen

- Bauweise der Anlage
- Möglichkeiten der Wärmezufuhr
- Aufbereitungstechnik der Substrate
- Möglichkeiten des Wärmeeintrages



3D-Modell



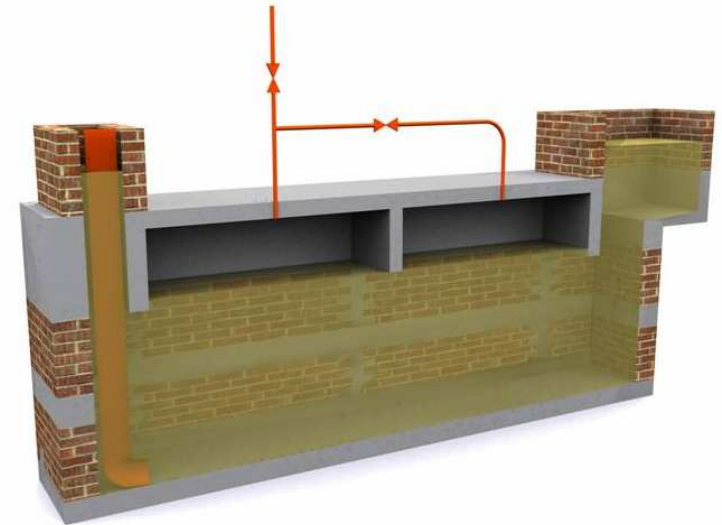
Aufbau der Pilotanlage

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 2)

Pilotanlage Berlin - Anlagenbeschreibung

Kombination aus einem Pfropfenstromfermenter und einer Dombiogasanlage

- Fermentervolumen: 7 m³
- zwei Gasspeicher: Gesamtvolumen von 1,3 m³
- speicherbares Gasvolumen: 1,6 m³ bei 100 mbar Überdruck
- Verweilzeit: 70 Tage
- Testsubstrat: Grasschnitt
- zu erwartende Gasproduktion: 2 m³ pro Tag



Kleinst-Biogasanlagen für Tansania (Phase 2)



Weitere Schritte

- Entwicklung eines Schulungs- und Ausbildungskonzeptes in einem interdisziplinären Projektteam zusammen mit Ethnologen, Soziologen und Arbeitswissenschaftlern
- Forschungsarbeit zur Entwicklung einer angepassten Brennertechnik
- Diplomarbeit zum Methanverlust und angemessener Möglichkeiten der Vermeidung
- Durchführung einer CO₂e-Bilanzierung

Kleinst-Biogasanlagen für Tansania



Wir danken den folgenden Unternehmen sowie vielen Sachspendern und Privatpersonen aufrichtig für Ihre Unterstützung.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit...

Nähere Informationen zum Projekt www.biogast.org

Ingenieure ohne Grenzen e.V.

www.ingenieure-ohne-grenzen.org