



Characterization of decentralized biogas technology in China and review of the applicability to other regions in Africa and Latin America

Martin Kranert
Klaus Fischer
Jingjing Huang

*Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and Solid Waste Management,
University of Stuttgart*



Background:

- Energy scarcity worldwide
- High pollution from conventional energy
- Serious hygienic problems and environmental damage by untreated organic wastes in many developing countries, especially in the rural area
- China as the biggest biogas producer and consumer has rich experience in this technique.



Aim and Task:

- Determine parameters of the decentralized biogas technology in China
- Analyze economic and ecological advantages and disadvantages
- Assess the development potential on biogas in Africa and Latin America
- Study the applicability of decentralized biogas technology of China in Africa and Latin America
- Identify the reasons for inadequate dissemination and existing problems, and suggest the possible ways to solve problems



Time Framework:

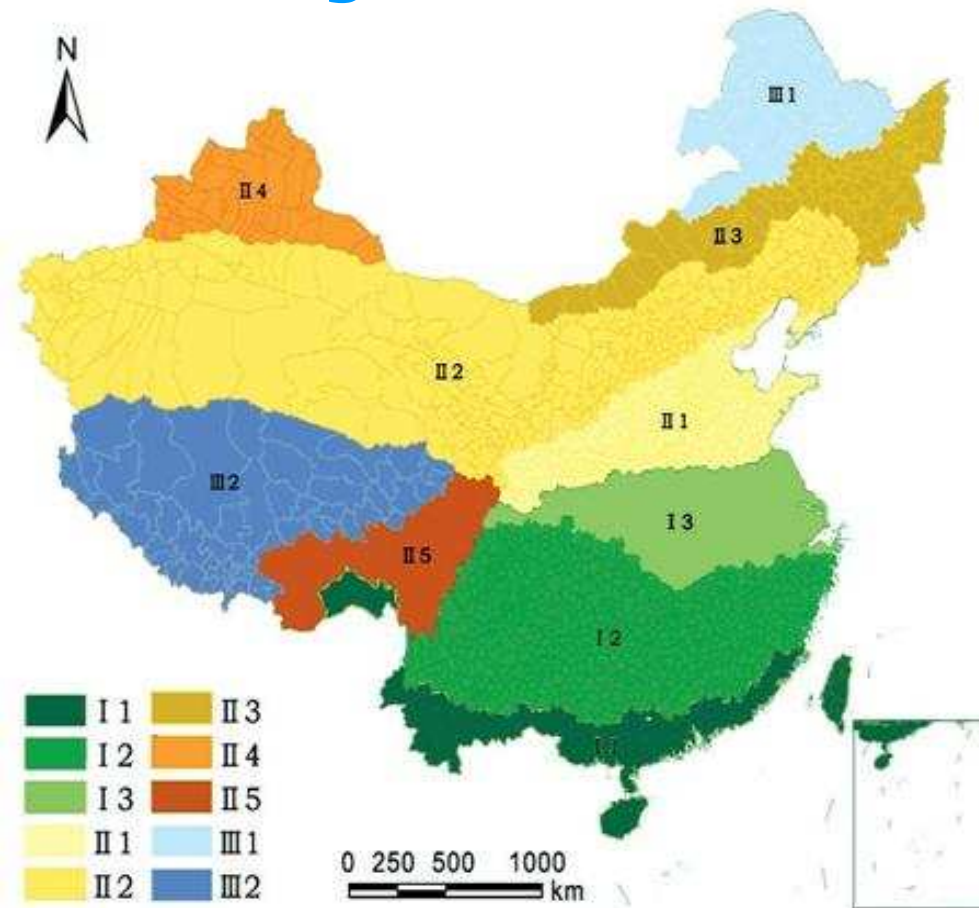
- 07. 2009 – 06. 2012

Methodologies:

- (Chinese) literature review, and data retrieval from relevant Chinese universities and departments
- On-site investigation in different regions of China
- Modeling for Biogas system in China, Ethiopian and Bolivia
- Assessing environmental and economic impacts



On-Site Investigation



I: naturally suitable region for biogas plant installation

II: conditionally suitable regions for biogas plant installation

III: unsuitable regions with extreme cold weather



Ökologische Bewertung



Indikatoren		Bewertungskriterien
B ₁	Öko-Umweltindikatoren	Biodiversität
		Waldbedeckungsrate
		Anteil von bebauten Flächen zur Gesamtfläche (versiegelte Fläche)
		Ergebnis (1)
B ₂	Indikatoren für landwirtschaftliche Produkte	Rückstände von Pestiziden auf landwirtschaftlichen Produkten
		Rückstände von Parasiten (z.B. Wurmeier) auf landwirtschaftlichen Produkten
		Qualität der landwirtschaftlichen Produkte
		Nitratgehalt in landwirtschaftlichen Produkten
		Ergebnis (2)
B ₃	Hygienisierungs-Umweltindikatoren	Anzahl von Stechmücken und Fliegen
		Zahl und Art von Erkrankungen
		Umweltqualität in den ländlichen Gebieten
		Ergebnis (3)
B ₄	Indikatoren zur energetischer Nutzung	Zufriedenheit von Bauern für das Biogas als die im Haushalt genutzte Energie
		Einsatz von erneubaren Energiequellen (Stroh, Holz)
		Einsatz von nicht erneubaren Energiequellen (Köhle, Öl, Gas)
		Ergebnis (4)
B ₅	Umweltindikatoren von Abfall	Sammlungsrate von Siedlungsabfällen
		Behandlungsrate von Siedlungsabfällen
		Verwertungsrate von Stroh
		Verwertungsrate von Stallmist
		Ergebnis (5)
B ₆	Umweltindikatoren von Wasser	Auswirkungen auf Trinkwasserquellen und Trinkwasserqualität
		Abwasserbelastungen
		Eutrophierung
		Auswirkungen auf Fischerei
		Ergebnis (6)
B ₇	Umweltindikatoren von Boden	Einsatz von mineralischem Dünger
		Einsatz von organischem Dünger
		Fäkal-Coliforme
		Nährstoffgehalte und Spurenelemente
		Bodenverlustflächen
		Bodenerosionsrate
		Rückstände von Pestiziden im Boden
		organische Substanz im Boden (Humusgehalt)
		Ergebnis (7)
		Ergebnis (7)
B ₈	Umweltindikatoren von Luft	Treibhausgase (CO ₂ -Äquivalente)
		Staubgehalt
		Geruchintensität
		Ergebnis (8)
B ₉	Bewertungsindikatoren der Lebensumwelt	Schadstoffe in Innenräumen
		Lebensqualität im häuslichen Umfeld
		Ergebnis (9)



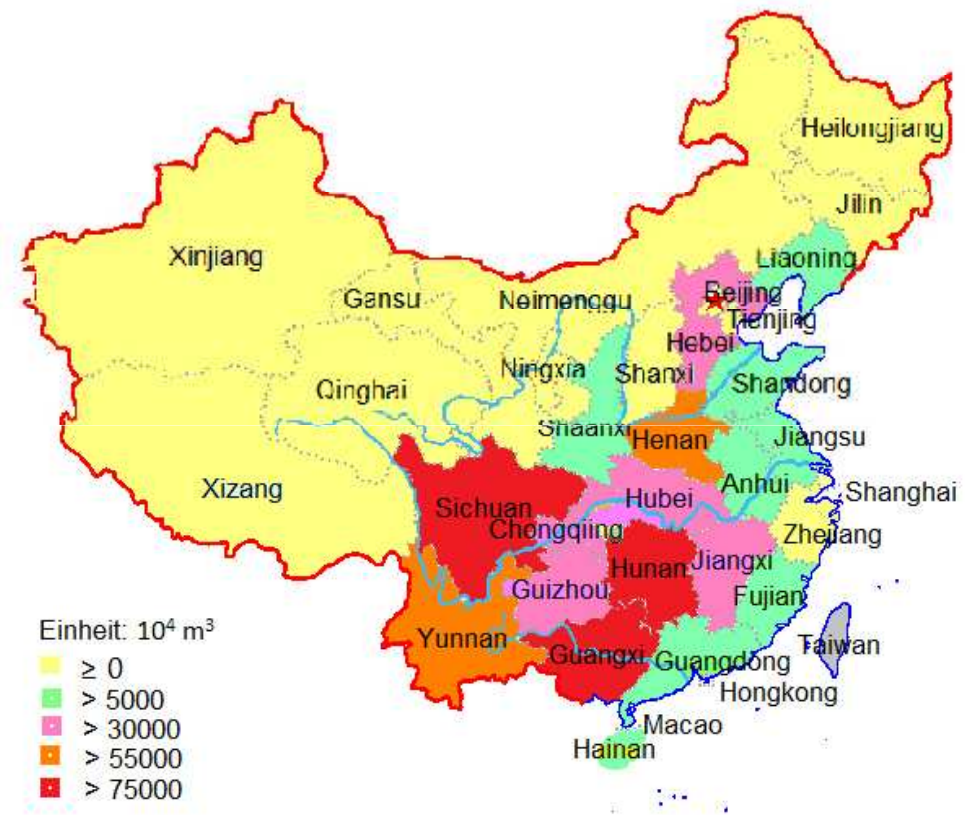
Soziale Bewertung

Indikatoren	Kriterien
Sozialindikatoren 1: Menschliche Entwicklung	Menschliche Entwicklung (HDI)
	Einkommen pro Kopf
	Kaufkraft pro Kopf
Sozialindikatoren 2: Lebenserwartung	Lebenserwartung
	Sterblichkeit
	Kinder pro Familien
Sozialindikatoren 3: Bevölkerungswachstum	Bevölkerungswachstum
	Alterstruktur: unter 18 Jahre
	Alterstruktur: zwischen 18-60 Jahre
Sozialindikatoren 4: Ernährung, Gesundheit & Versorgung	Ernährungssituation
	Trinkwasserbehandlungsanlage
	Kläranlage
Sozialindikatoren 5: Krankheitsraten, Gesundheitswesen	Augenkrankheit
	Lungenkrankheit
	Halskrankheit
	Anzahl der Ärzte
	Sozialausgaben für Gesundheit
Sozialindikatoren 6: Bildungssituation	Alphabetisierung
	Einschulung Primarstufe
	Einschulung Sekundarstufe
	Universität/Hochschule
	Sozialausgabe für Bildung
Sozialindikatoren 7: Arbeitsmarktsituation	Personen im Erwerbsalter
	Personen arbeitslos
	Anstellung in Landwirtschaft
	Anstellung in Industrie
	Anstellung in Dienstleistung
	Quote der aktiven Frauen



China: biggest biogas consumer in the world

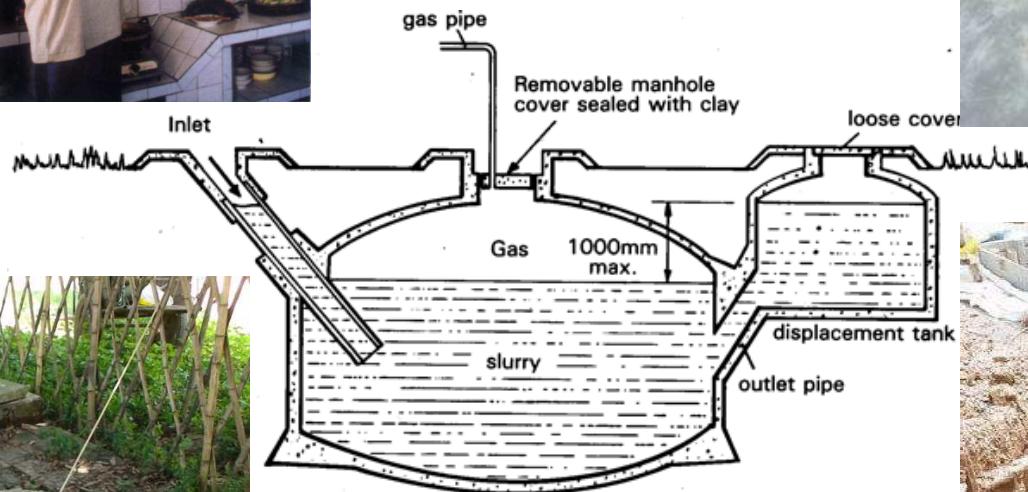
- Start: at the End of 1960's
- by the end of 2009, ca 35 million household biogas consumers
- And more than 4 million new consumers are increasing each year.
- annual biogas production has reached 10.4 billion m³.





Household biogas digester in china

- The volume of these household digesters is ca. 6-8 m³.
- Input: 20Kg per day, Residence time: 200-300 days
- Productivity: 0.15 - 0.25 m³ per m³ digester per day





	Biodigester Nr.1	Biodigester Nr.2	Biodigester Nr.3	Biodigester Nr.4
Situation of Place	II2	II5	I2	I1
Basic situation of Family	3 adult, 1 child; 3 pigs,	3 adult, 1 child; 1 cow,	5 adult, 1 child; 4 pigs, 12 chickens	3 adult, 1 child; 1 cow,
Size	6 m ³	8 m ³	9 m ³	8 m ³
Year of construction	2000	2004	2004	2005
Output material and amount /day	Biogas 0.6-0.8m ³ , Sludgy 20kg	Biogas 0.8-1m ³ ; Sludgy 20kg	Biogas 0.8-1 m ³ ; Sludgy 20kg	Biogas 1-1.2 m ³ ; Sludgy 20kg
pH Value	7,09	7,50	7,84	7,81
Temperature	21,6 ° C	23,5 ° C	25,2 ° C	28,8 ° C
CO₂ content in gas	43,5%	42,7%	41,1%	39,5%
CH₄ content in gas	53,1%	54,6%	55,5%	60,1%
Odor	No	No	No	No
Humic acid in slugy	18,1%	15,7%	10,1%	24,6%
N content in sludgy	0.42%	0.44%	0.34%	0.60%
P content in sludgy	0.42%	0.26%	0.30%	0.22%
K content in sludgy	0.31%	0.37%	0.45%	0.42%



	Color	Odor	Turbidity	PH-Value
Eintrittprobe	brown	stinkt, Stärke:3~4	4093.75	6.5
Austrittprobe	Light brown	wenig stinkt, Stärke: 1~2	643.00	7.4
Entfernungsrate			84.2%	

	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	Fäkal-Coliforme [ml]	Anzahl der Ascaris-Eier [Stücke/100 ml]
Eintrittprobe	5299.9±85.70	3219.90 ± 294.10	< 0.004	20 000±97 775
Austrittprobe	779.0±67.79	405.71 ± 45.13	0.678 (0.43)	2±1
Entfernungsrate	85.3%	87.4%	95.59%	99%



Economic and Ecological Analysis

- Invest cost :
 - *Normal household biogas digester with 8m³: 2000 RMB (200€)*
 - *Biogas system with greenhouse: 11000 RMB (1100€)*
- Improve sanitary status in rural areas.
 - *effects of killing parasite ´ eggs, preventing infectious diseases and ensuring peasants ´ health*
- Protecting forest and Fossil energy substitution
 - *8m³ Digester will save 0.9 ton of coal or 4 ton of firewood*
- Reduction of Greenhouse Gas
 - *8m³ Biogas Digester will reduce 1,6 ton greenhouse gas per year (CO₂ equivalent)*
 - *In China: 1990 ~ 2005, 15 years: total 88 million ton greenhouse gas have been reduced*



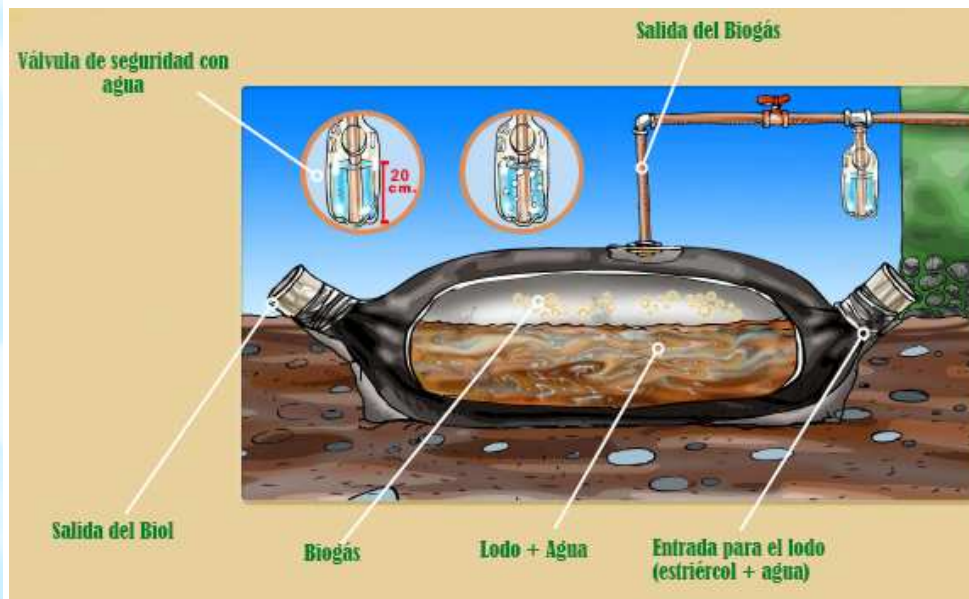
Biogas Technology in Latin American and Africa

- Conditions:
 - optima climatic conditions
 - Abundant substrates available
- Status:
 - Only a few thousands existing plants.
 - Out-of-date biogas plants built in the 80s or 90s
 - Many current references, theses and dissertations dedicated to biogas technology
 - Growing importance attached to training and popularization on the subject of anaerobic techniques



Biogas Technology in Bolivia

- In 1986: first biogas project, 27 plants
- 1986 to 1992: ca. 100 plants
- In 2002: Preliminary design of biogas digesters for the regions above 2000m in Bolivia
- In 2003: the first tubular biogas digester installed in Altiplano, 4100 m above sea level
- At present: more than 1000 biogas digesters in total





Biogas Technology in Ethiopia

- History of the biogas technology since 1979
- Around 1,000 biogas plants with capacities from 2,5m³ to 200m³ built countrywide
- IGNIS Project:
 - Youth group biolatrine pilot project
 - Condominium biogas project





Thank you for your attention!

Jingjing Huang
Institute für Siedlungswasserbau, Universität Stuttgart
Bantäle 2
70569 Stuttgart

Email: jingjing.huang@iswa.uni-stuttgart.de
Tel: 0711-68565477