

STOPARMUT PROJEKT 2010

Bio-Gas-Anlage auf der Missionsstation Mount Tabor in Lesotho

PROJEKT SUMMARY:

Sanierung Abwasser in Verbindung mit einer Bio-Gas-Anlage auf der Missionsstation Mount Tabor in Lesotho

Lesotho (südl. Afrika)



Das **Königreich Lesotho** ist eine parlamentarische Monarchie (König Letsie III) im südlichen Afrika. Seine Unabhängigkeit von England erlangte es am 4. Okt. 1966. Es misst ca. 2/3 der Fläche der Schweiz. Aufgrund seiner geografischen Gegebenheiten, 1500 - 3484 m ü. Meer, wird Lesotho auch "Switzerland of Africa" genannt. Im Human Development Index steht Lesotho auf dem 156. Platz von 182.

Projektverantwortlicher:

Werner Morf,
Pastor in Dübendorf und
Missionskoordinator der SPM
für Lesotho.
Seit 2010 wieder für 50% als
Missionar in Lesotho tätig.



Die Mt. Tabor Mission ist Teil der Assemblies of God Lesotho (AGL). Übergabe der Missionsarbeit von der SPM an die einheimische Kirche war 1994. Stationsleiter: Rev. Joel Moswatsi. Das Motto von Mt. Tabor: **Für Gott und Land**

Nutzen: Direkten Nutzen vom Projekt haben die über **600** Studenten der Internats-Mittelschule. Die **350** Tagesschüler der Primarklassen, **50** Kinder im Kindergarten und im Aids-Waisen Tageshort *Shelter of Hope*, die täglichen Klinikpatienten, die über **100** Mitarbeitenden der Station. **Total über 1100 Personen auf der Mission.**

Indirekten Nutzen haben die Einwohner der **drei nächst liegenden Dörfer** mit ca. 1500 Leuten, da das toxische Abwasser nicht mehr in den naheliegenden Fluss kommt.

Total Personen die von einer Sanierung der Abwasser Situation profitieren sind über 2500 Personen.

Zeitplan: Da die Planungsarbeiten getätigt sind, kann mit gewissen Arbeiten gestartet werden sobald die Finanzierung gesichert ist. Ausführungsdauer 6-12 Monate

Finanzierung: Die Gesamtkosten von **SFr. 90'000** (siehe Auflistung auf Seite 4) könnten in folgender Weise zusammengetragen werden:

| | |
|---|-------------|
| Mount Tabor Mission (Finanzen und Manpower) | SFr. 10'000 |
| Spenden durch SPM und Freunde | SFr. 50'000 |
| Offener Betrag | SFr. 30'000 |

Bemerkung: Die CO2 Berechnungen (Seite 7-13) der Firma TCC sind nur in Englisch.

STOPARMUT PROJEKT 2010

Bio-Gas-Anlage der Missionsstation Mount Tabor in Lesotho

Kontaktadresse: Werner Morf, Missions-Koordinator der SPM für Lesotho
Büro: Bürglistrasse 15, 8600 Dübendorf - Tel. 044 821 60 15
E-Mail: morf@sunrise.ch



Projekt:
SANIERUNG ABWASSER in
Verbindung mit einer Bio-Gas-Anlage
auf der Missionsstation Mount Tabor

Mount Tabor:
Die Missionsstation liegt auf 1650 MüM
im Süden Lesothos im Mafeteng Distrikt.

In den letzten 20 Jahren hat sich die Mt. Tabor Mission stark entwickelt, und heute wohnen um die 900 Personen auf der Mission in ca. 50 Gebäuden. Dazu kommen 350 Primarschüler und Klinikbesucher aus der Umgebung.

Heute prägen 5 Standbeine das Leben der Missionsstation:

| | |
|---|---|
| Primarschule mit 350 Schülern aus den umliegenden Dörfern. Klassen von Std. 1 bis 7 | Die Mt. Tabor High-School , Internats-Mittelschule mit über 600 Studenten im Alter v. 13-20 Jahre. Klassen A B C D E |
| Ein Gesundheitszentrum (Klinik) für ein Einzugsgebiet von ca. 20'000 Personen | Ein Kindergarten und eine Tagesstätte für Aids-Waisenkinder |
| Die Mount Tabor Kirche - Lokalgemeinde und geistl. Treffpunkt der Studenten | |

1994 wurde die ganze Missionsarbeit nach vielen Jahren Schweizer-Leitung in die Verantwortung der einheimischen Kirche, der AGL (Assemblies of God - Lesotho), übergeben. Seither fördert die SPM in partnerschaftlicher Zusammenarbeit die Selbständigkeit durch Seminare für die Leiterschaft und hilft in Beratung und Unterstützung von Projekten, wie z.B dem Erhalt und Entwicklung der Infrastruktur. Eine grosse Herausforderung sind auch praktische „Antworten“ auf die Pandemie AIDS.

Werner und Helene Morf lebten mit ihrer Familie 11 Jahre als Missionare in Lesotho. Seit der Übergabe an die AGL begleitete Werner Morf diese Arbeit durch regelmässige Besuche alle zwei Jahre. Zitat Morf:

DIE MISSIONSARBEIT UND ENTWICKLUNG LÄUFT AFRIKANISCH SEHR GUT!

Viele Herausforderungen, vor allem durch die Ausweitung der Infrastruktur der Missionsstation, erfordern Hilfe und Schulterschluss.
So ist die Zahl der Internats-Studenten seit 1994 von **230 auf über 600** gestiegen.

Auf Bitten der Einheimischen Leiterschaft sind Morfs von der SPM seit 2010 wieder für 50% für die Missionsarbeit in Lesotho freigestellt. Schwerpunkte sind Beratung, Coaching, Projektbegleitung und Mithilfe in der Aidsarbeit im Projekt *Shelter of Hope* (Tagesstätte für Waisenkinder im Vorschulalter) aber auch in der Aids-Aufklärung (Prävention) vor allem unter Studenten der Schulen.

Gegenwärtiges Abwasser System

Das gegenwärtige Abwasser-System ist komplett überfordert, sanierungsbedürftig und sogar eine gesundheitliche Gefahr durch schlecht gereinigtes Abwasser, welches ins öffentliche Gelände fließt.



Frischwasser kommt von 4 Quellen und zwei Bohrlöcher

Projekt: Sanierung Abwasser System mit Bio-Gas Anlage

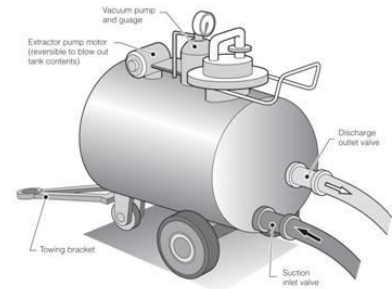
Sämtliche Abwasser-Leitungen (Toiletten) der Missionsstation werden einem 70 m³ **Digester** zugeleitet, welcher **Bio-Gas** produziert, was die Schulküche, die für über 600 Studenten kocht, mit Gas beliefern soll. Dieser Bio-Gas-Digester liefert auch **Dünger** für die Feldarbeit. Zusätzlich soll ein **Wasser-Reinigungssystem** gebaut werden, um das Abwasser für die Feld und Gartenbewässerung zu nutzen.

Bilder von der Entstehung einer Bio-Gas Anlage (Bilder stammen von anderen Projekten)





Die verschiedenen Pit-Toiletten (Plätsch System) der Primar- und Mittelschule, können mit einem mobilen Vakuum System abgesaugt und die Jauche dem Bio-Gas-Digester zugeführt werden.



Bis jetzt werden diese Toiletten von einem Tankwagen leergepumpt, der 120 km pro Weg von der Hauptstadt Maseru herfahren muss.
Auch die Jauche vom Schweinestall würde diesem Bio-Gas-Digester zugeführt.

Heutige Schulküche



Feuer mit rarem Brennholz



Kochen mit Propan Gas



Beim Schöpfen vom Essen

Wasser Reinigung durch ABR (anaerobic baffled reactor) (Bilder von anderen Projekten)



Das Abwasser- Filtersystem ist in Modulen angeordnet und nach Bedarf ausbaubar. Nach einem Kiesfilter kann es für Feld und Garten benutzt werden.



Nebst der **Wiederverwendung** des kostbaren Wassers für die Feldbewässerung liefert der Bio-Gas-Digester auch regelmässig **Dünger** für die Feldarbeit.

Nutzen:

- **Verhinderung toxischer Verschmutzung** durch ungefiltertes Abwasser in öffentliches Gelände und somit Verhinderung gesundheitsschädigender Folgen.
- **Produktion von Bio-Gas** zu Gunsten der Schulküche und somit Reduktion von Kosten für LPT-Propan Gas und Brennholz.
- **Reduktion von CO₂- und Methan-Gas**, „Greenhausgas“
- **Wiederverwendung** von gereinigtem jedoch düngehaltigem Abwasser für die Feld- und Gartenbewässerung.

Berechnungen:

Mit allen der auf der Station lebenden Personen und Tieren, sind folgende Berechnungen durch die Firma **TCC** (Tsoelopele Consultants & Contractors (Pty) Ltd) gemacht worden:

(Siehe auch Anhang: *Proposal for improvements to sanitation at Mt. Tabor Mission.*)

Bio-Gas-Production von 17m³ pro Tag

(Vergleichbar mit 19kg. LPT Propan Gas)

Kosten Einsparungen pro Tag von SFr. 35.-- pro Jahr ca. SFr. 12'000.--

Reduktion von ca. 100 Tonnen CO₂ pro Jahr

Durch Einbindung der Methan-Gase (Greenhaus) in den Bio-Gas-Digester wird eine Reduktion von CO₂ von ca. 100 Tonnen im Jahr möglich.

KOSTEN: RENOVATION ABWASSER MIT BIO-GAS ANLAGE

| | | |
|---|------|--------|
| Renovation von Abwasser Leitungssystem | SFr. | 20'000 |
| Erstellung von 70 m ³ Bio-Gas-Digester | SFr. | 20'000 |
| Abwasser Reinigungssystem mit Kiesfilter & Dam | SFr. | 20'000 |
| Pit-Toilett Renovation und Vacuum Pumpe | SFr. | 20'000 |
| Installationen für Bio-Gas und diverses ect. | SFr. | 10'000 |

| | |
|--|--------------------|
| Total Kosten für ganzes Projekt | SFr. 90'000 |
|--|--------------------|

FINANZIERUNG:

| | | |
|---|------|--------|
| Mount Tabor Mission (Finanzen und Manpower) | SFr. | 10'000 |
| Spenden durch SPM und Freunde | SFr. | 50'000 |
| | | <hr/> |
| | SFr. | 60'000 |
| Offener Betrag | SFr. | 30'000 |

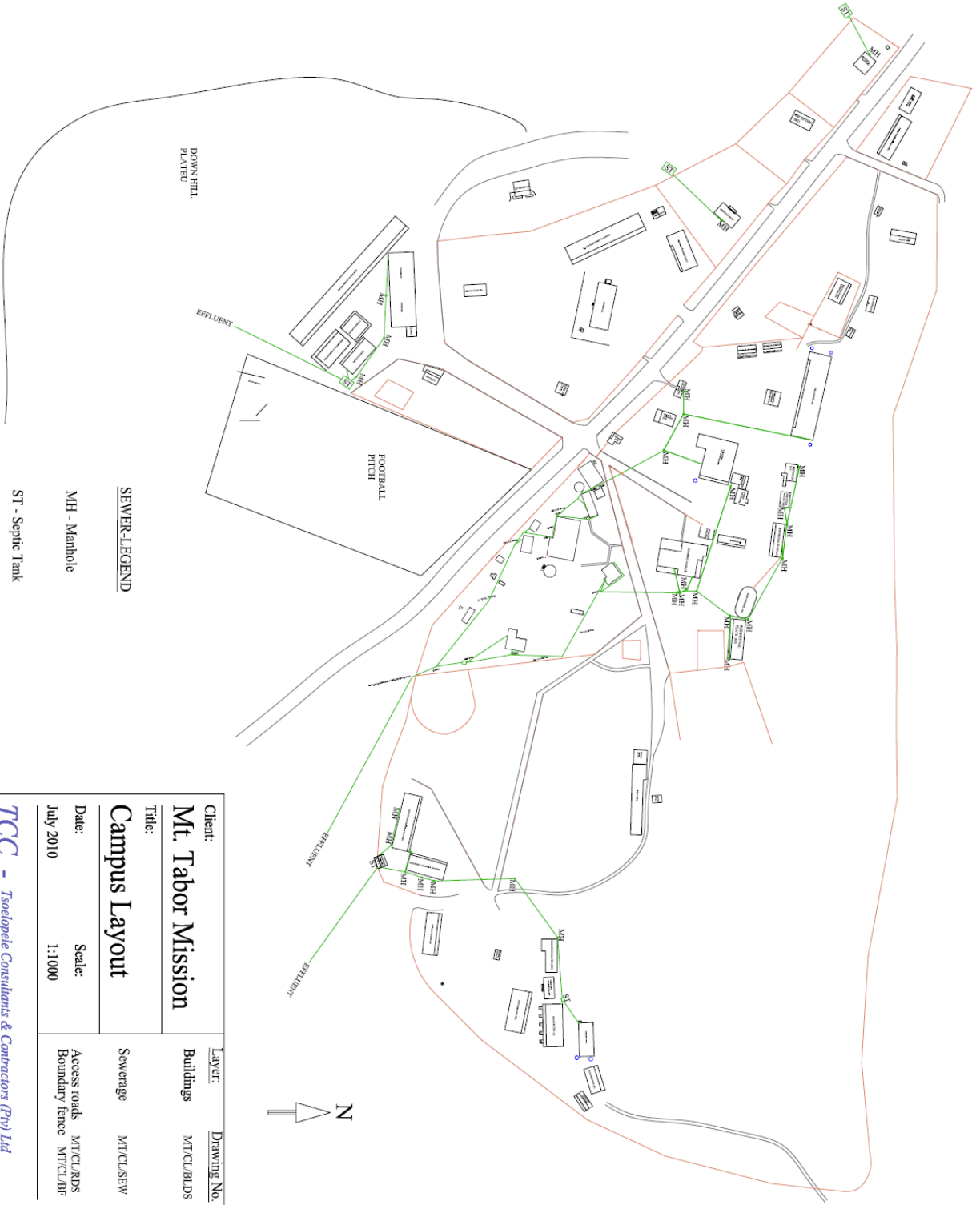
Dübendorf, 30. Juli 2010

Werner Morf

Google-Bild von Mount Tabor Mission mit Legende



Mount Tabor Mission - Lesotho Google Earth: 29 59'57.81 S 27 26'05.14 O



SEWER LEGEND

MH - Manhole

ST - Septic Tank

| | | | | | |
|---------|-------------------|----------|-----------|----------------|------------|
| Client: | Mt. Tabor Mission | Layer: | Buildings | Drawing No. | MT/CL/BLDS |
| Title: | Campus Layout | Sewerage | MT/CL/SEW | Access roads | MT/CL/RDS |
| Date: | July 2010 | Scale: | 1:1000 | Boundary fence | MT/CL/BF |

TCC - Tsolopete Consultants & Contractors (Pty) Ltd

Proposal for improvements to sanitation at Mt Tabor Mission

Present situation

The compound is inhabited by approximately 115 staff members and patients in the clinic mostly using water borne sewerage system as well as 650 hostel students and 400 day students in the primary school using VIP Latrines. In addition, 20 to 30 day-patients visit the clinic and up to 400 people visit the church on Sundays. The mission also has livestock, about 20 cattle, 100 sheep and 23 pigs.

Presently the sewage water is discharged untreated to a nearby stream causing environmental damage and risk to the population in the villages downstream. The sewage pipes are damaged in some places. The double pit VIP latrines are not operated as intended with alternate use of the pits. The animal manure is used manually for fertilizing the fields.

The Mission is planning for substantial expansion of the schools and development of a 'Village of Hope' – home for orphans as well as a conference facility.

Options

The possible improvements to sanitation at Mt Tabor Mission include:

- 1) Renovation of the sewage collection system from the staff houses using water borne toilets. Treatment of the waste water in one or more biogas reactors followed by treatment in an Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and planted gravel filter. Effluent will be of a quality that it can safely be used for watering vegetables and crops
- 2) Building of a biogas reactor for the animal waste. Improvements will be needed to the pigsties and the cattle kraals to ease drainage into the biogas reactor. The effluent sludge from the biogas digester can be used directly as fertilizer for crops.
- 3) Improvements to the pit latrines used for the hostel students, the primary and high school students and some of the staff houses. Immediate improvements could include renovation of the latrines and hygiene education and training of the users and the maintenance personnel in the operation of the alternate pit latrines. Simple mechanized vacuum equipment would be needed for emptying the latrines and discharging the effluent to the biogas digesters. Alternative solutions could include construction of new latrines feeding decentralized biogas digesters and ABR treatment plants.

The improvements to the infrastructure would have to be accompanied with well designed hygiene education and training of the maintenance personnel to ensure that the improved systems are working effectively to improve the sanitary conditions in the mission.

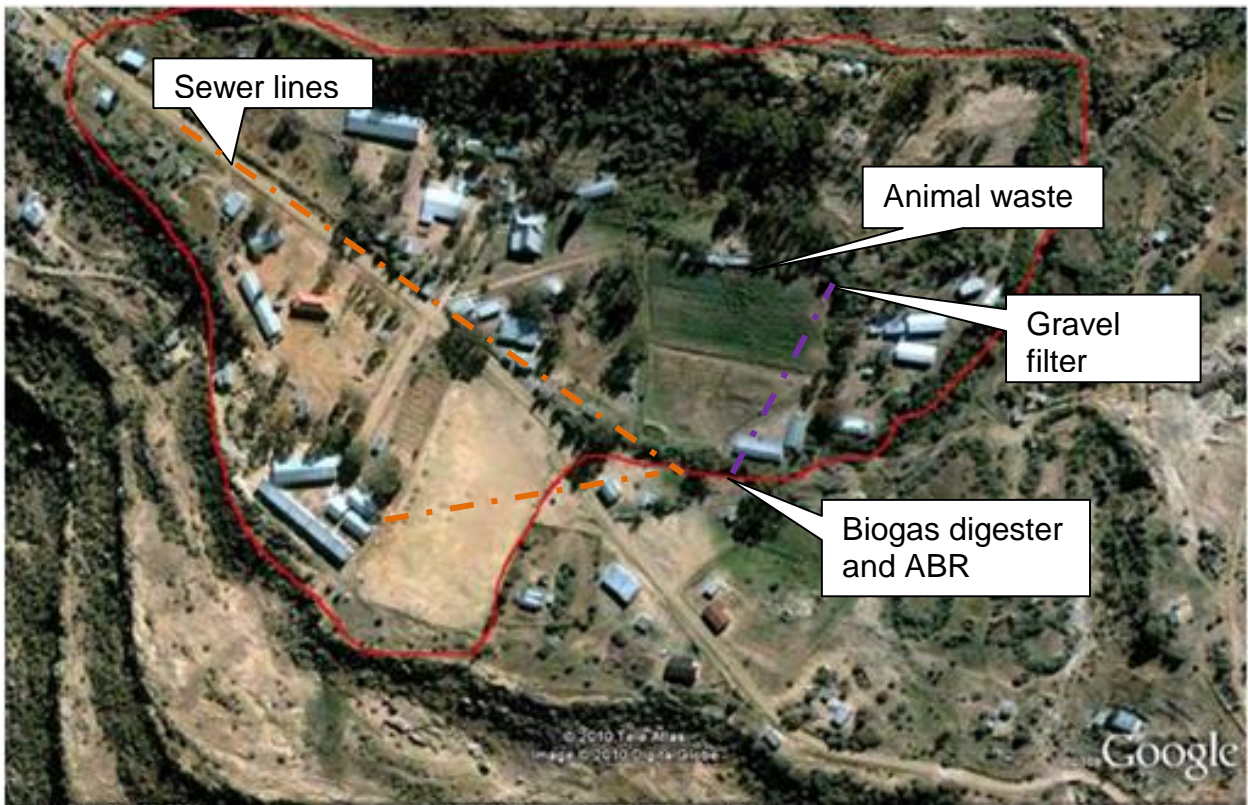
The capturing of human and animal waste in biogas reactors will result in reductions in emission of methane and CO₂ and the better management of the sewerage will greatly reduce the environmental problems and the health risks for the mission population as well as the surrounding villages.

Suggested immediate improvements

The immediate improvements needed to improve the hygiene for the inhabitants in the mission and the surrounding villages and safeguard the environment include:

1) Renovation of the sewerage system

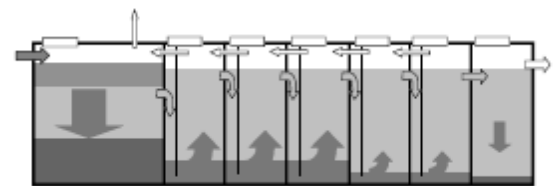
The renovation will include construction of new sewerage pipes to connect the existing water borne installations to a 50 – 70 m³ biogas digester at the lowest point in the mission compound. The detailed design and the rock levels at the area for the digester might make it more feasible to construct two or three smaller digesters situated close to the main points of generation of the sewage.



The effluent from the digesters will be piped to an Anaerobic Baffled Reactor (ABR) that will further treat the water to make it safe for watering vegetables and crops. The ABR is likely to be situated at the lowest point in the mission compound.

The effluent from the ABR will be pumped to a gravel filter before it can be used for water the fields.

The ABR is modular in design and new modules can be added when the expansion of the mission and school require more capacity for sewerage treatment.



anaerobic baffled reactor

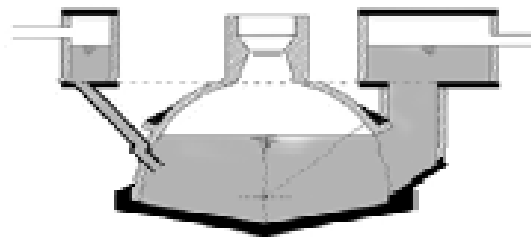
2) Animal waste

A separate 30 m³ biogas reactor is suggested for the animal waste since the pigsties are located above the agricultural area and therefore the effluent from the biogas can directly flow to the fields without pumping. Also the effluent from the biogas digester using animal waste can be used directly as fertilizer without further treatment in the ABR.

Improvements in the drainage from the pigsties would be needed for the manure to feed directly into the digester.



Figures showing



biogas plant

construction of biogas digester dome and schematics of the biogas plant. Source: TED/ Borda DEWATS

3) VIP Latrines

Improvements to the structures and to the maintenance and operation of the pit latrines used for the hostel, primary and high school students and some of the staff houses are needed. The improvements will include repairs to the ventilation pipes and minor structural changes to ensure that the alternate twin pit system can operate effectively. The improvements must be accompanied by hygiene education and training of the users and the maintenance personnel in the operation of the alternate pit latrines. A simple mechanized vacuum equipment such as the Vacutug MK II or MAPET would be needed for emptying the latrines and discharging the effluent to the biogas digesters.

Cost Estimate for immediate improvements

The budget for the immediate improvements is presented in the table below:

| | | |
|----------|---|-----------------------|
| 1 | <u>Sewerage renovation</u> | Cost Estimate (M) |
| | Renovation to collection pipe network | 60,000 |
| | Estimate for 50 - 70 m3 Biogas digester or alternatively smaller decentralised units | 100,000 |
| | ABR treatment plant approx 5 x 8 meters | 75,000 |
| | Pumping system from ABR to gravel filter | 20,000 |
| | Gravel filter | 25,000 |
| | Contingencies | 56,000 |
| | Total budget estimate for sewerage | 336,000 |
| 2 | <u>Animal waste</u> | |
| | 30 m3 Biogas digester | 50,000 |
| | Improvements to pigsties and kraals | 20,000 |
| | Contingencies | 14,000 |
| | Total budget estimate for animal waste | 84,000 |
| 3 | <u>VIP Latrines</u> | |
| | Renovation of existing latrines | 50,000 |
| | Vacutug or similar emptying equipment | 45,000 |
| | Contingencies | 19,000 |
| | Total budget estimate for VIP latrines | 114,000 |
| 4 | <u>O&M and Hygiene</u> | |
| | Allowance for maintenance manuals, hygiene educations and training in Operation and Maintenance | 20,000 |
| | <u>Total budget estimate (Maluti)</u> | <u>554,000</u> |

Benefits

The benefits from the improvements to the sewerage system and the investments in biogas and improved hygiene in the VIP latrines will be substantial in terms of:

- Eliminating the present pollution from the discharge of untreated sewerage and the associated health risks for the surrounding villages
- Production of biogas and savings in buying LPG gas for the school kitchen. The biogas produced from the sewerage system and animal waste would correspond to 17m³ per day equivalent to 19 kg of LPG gas per day at a cost of M 200.-.
- Reduction in emissions of CO₂ and methane. The harvesting of the methane in a biogas digester for the population and animals in Mt Tabor would result in reduction in emission of greenhouse gasses corresponding to almost 100 tons of CO₂ equivalents per year.
- Water with a remaining fertiliser value would be reused for irrigation of vegetables and thereby contributing to food self-sufficiency for the school.

The details of the calculations of biogas production and reduction in emission of greenhouse gasses are provided in Annex A

Annex A: biogas production and reduction in CO2 emissions

To be able to successfully assess the reduction potential of producing biogas from human excreta and animal manure, certain project boundaries must be in place. Anthropogenic emissions (emissions caused by humans) in the villages of Lesotho can be assessed according to the type of toilets and the maintenance thereof. A poorly maintained pit-latrine is not only the breeding place for several disease causing pathogens but can also be a source of methane (CH₄) and nitric oxide (N₂O), known greenhouse gases. These gases, CH₄ and N₂O, are 21 and 310 times more potent than carbon dioxide (CO₂) respectively, also known as the global warming potentials. Manure handling in these villages constitutes spreading the collected manure on fields. According to S.G. Sommer et al. 2004^[1], main sources of CH₄ are animal digestion and manure stores, while most N₂O derives directly or indirectly from the turnover of field-applied animal manure, and from the decomposition of crop residues. The ability of the biogas produced to replace kerosene or other equivalent cooking gas and the CO₂ emissions or potential reductions which may occur are also within project boundaries.

The information from the draft obtained from TED depicted in the tables below:

| Human | Number of persons | Prop. to fulltime | Human Excreta equivalent (kg/day) |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Staff | 114 | 1 | 57 |
| Students (Girls) | 245 | 1 | 123 |
| Students (Boys) | 355 | 1 | 178 |
| Students (Day) | 400 | 0,4 | 80 |
| Orphanage | 13 | 1 | 7 |
| Maternity clinic | 13 | 1 | 7 |
| Church | 400 | 0,1 | 20 |
| Total | 1540 | | 470 |

| Animal | Number of animals | prop in stable | Manure (Kg/animal/day) | Manure (Kg/day) |
|--------|-------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| Cattle | 20 | 0,3 | 12,5 | 75 |
| Sheep | 100 | 0,1 | 0,5 | 5 |
| Pigs | 23 | 1 | 5,0 | 115 |

Production of Biogas

From literature research studies, Buysman, E. (2009)^[2], shows that 33 liter biogas per Kg influent can be produced. Therefore a possible total yield of 6.48 m³ of biogas can be expected from the addition of 195kg animal manure fed into an anaerobic digester on Mt Tabor per day.

The potential biogas yield from human excreta is equivalent to ca. 12 liters of biogas per person per day, considering that an adult person produces about 0,5 kg excreta per day. The possible production of biogas from the population in Mt Tabor is therefore approximately 11 m³/day.

Reduction in CO₂ emissions

A cow has the reduction potential of 8.5 kg methane or 1785 kg CO₂ equivalent per year.^[3] This corresponds to a reduction of 26,204 kg CO₂ equivalent per year.

According to a document received from TED, there is a possibility of 0.2 kg CO₂ emission reduction per person per day using biogas as compared to decomposition in the open or in pits. The total reduction in CO₂ equivalent emissions of greenhouse gasses would be 68,620 kg of CO₂ equivalent per year.

By using biogas as an alternative source of fuel for cooking and as a means of handling the human and animal wastes produced, the mission could save up to 25-80% in reductions^[4].

Good ventilation is needed in the kitchen when burning biogas due to the SO₂ produced in the process.

References:

[1] S.G. Sommer, S.O. Petersen and H.B. Møller (2004) *Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management*, Danish Institute of Agricultural Sciences, Nutrient Cycling in Agroecosystems **69**: 143–154, 2004.

[2] Buysman, E. (2009) *Anaerobic Digestion for Developing Countries with Cold Climates - Utilizing solar heat to address technical challenges and facilitating dissemination through the use of carbon finance*. **Master Thesis**. Faculty of Environmental Sciences, sub department Environmental Technology. Wageningen. University of Wagenigen.

[3] New Zealand's Greenhouse Gas Emissions and the Contribution from Agriculture.

<http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/climate/abatement-of-agricultural-greenhouse-gas-emissions/abatement-of-agricultural-greenhouse-gas-emissions-15.htm>

[4] C.V. Cole, J. Duxbury, J. Freney, O. Heinemeyer, K.Minami, A. Mosier, K. Paustian, N. Rosenberg, N. Sampson, D. Sauerbeck and Q. Zhao, *Global estimates of potential mitigation of greenhouse gas emissions by agriculture*, Nutrient Cycling in Agroecosystems **49**: 221–228, 1997.