

Grundwasserdämme für die Wasserversorgung in Äthiopien

## Grundwasserdamm SSD-KORARO-01

ETH-IOG01

### Abschlussbericht

22.09.2009



Fachhochschule  
Münster University of  
Applied Sciences



**Ingenieure ohne Grenzen e.V.**

**in Kooperation mit der Mekelle University, den Universitäten Münster,  
finanziert durch die Deutsche Botschaft Addis Abeba und Ingenieure ohne Grenzen  
unterstützt durch die National Geographic Society of America**

Consultants: Dr. R. Mohn, J. Hinz, A. Belgriri, D. Klopfer

Grüner Weg 11

35041 Marburg

Tel.: 0049 (0)6421 31611

Fax: 0049 (0)6421 34963

e-mail: info@ingenieure-ohne-grenzen.org

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Projektgebiet .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Rahmenbedingungen und Standortsuche.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Funktionsweise des Grundwasserdamms “Koraro 01” .....</b>	<b>6</b>
4.1	Die einzelnen Bauwerke in Kürze.....	7
4.1.1	Sandspeicherdamm.....	7
4.1.2	Brunnen mit Handpumpe.....	7
4.1.3	Gräben (Dränagen und Filter).....	8
4.1.4	Zäune.....	8
4.1.5	Messstellen.....	8
4.1.6	Wartung .....	8
<b>5</b>	<b>Projektkosten und Finanzierung .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung und Ausblick.....</b>	<b>9</b>

## 1 Einführung

Das Projekt „Grundwasserdamm SSD-KORARO-01“ der Ingenieure ohne Grenzen e.V. ging aus dem TAWI-Projekt hervor, welches von der Fachhochschule Münster in Kooperation mit den Universitäten Münster und Mekelle (Äthiopien) durchgeführt und in seinen Anfängen durch die National Geographic Society of America finanziert wurde. Dabei handelt es sich um eine Kooperation zur Verbesserung der Wasserversorgung, mit geringem Malariarisiko, in den Regionen Tigray und Afar (Äthiopien). Das Kürzel TAWI steht für Tigray and Afar Water Initiative. Die Kooperationspartner kamen zu dem Schluss, dass man die Wasserversorgung am besten durch Grundwasserdämme verbessern kann.

Unter Grundwasserdämmen versteht man Körper aus wasserundurchlässigem Material, die im Gewässerbett, quer zur Strömungsrichtung, eingebaut werden. Diese Körper (z.B. aus Ton) blockieren dabei den Wasserabfluss im Boden unter dem Gewässerbett und aktivieren dieses dadurch als Speicher.

Von Anfang 2007 bis Anfang 2008 folgte die Suche nach einem geeigneten Standort, mit Versorgungsproblemen und hydrogeologisch günstigen Verhältnissen, in den Regionen Tigray und Afar. Ein solcher Standort wurde in dem Dorf Koraro (Tigray) gefunden. Neben der wasserwirtschaftlich-geologischen Komponente weist das TAWI-Projekt auch eine medizinische Komponente auf, in deren Rahmen bereits im Jahr 2008 der Gesundheitszustand der Bevölkerung, insbesondere die Malaria-Prävalenz, erhoben wurde.

Das TAWI-Projekt fand in uns, den Ingenieuren ohne Grenzen e.V., einen Partner, um eine erste Anlage, zu realisieren. Diese soll nach entsprechender Optimierung als Musteranlage für Schulungen dienen und so den Effekt der Maßnahme multiplizieren. Gegenstand des aktuellen Teilprojekts, über das hier berichtet wird, ist der Bau der Anlage mit Sperrenbauwerk, Entnahmebrunnen und Nebenanlagen. Die Baukosten wurden – neben zahlreichen größeren und kleineren Spenden – zu einem erheblichen Teil aus dem Mikroprojekte-Fond der Deutschen Botschaft in Addis Abeba finanziert.

Diese Anlage, Koraro 01, ist die Erste ihrer Art in Nord-Äthiopien. Dabei wurde ein Sandspeicherdamm (eine Unterart des Grundwasserdamms bei dem das Flussbett gezielt aufsedimentiert wird) erstellt und konstruktiv gesichert. Zusätzlich wurde ein Brunnen mit einer Handpumpe gebaut, mit welcher der so geschaffene Speicher auch genutzt werden kann. Das ganze Areal wurde schließlich noch mit einem Zaun umgeben, um eine Verschmutzung durch Vieh zu verhindern.

Die Durchführung des Projektes erforderte drei Monate Aufenthalt in Äthiopien, speziell in Koraro (Dammbaustelle), Mekelle (Provinzhauptstadt, Kooperationspartner, Materialkauf) sowie Hawzen (Materialkauf, zuständige Behörde). Hinzu kamen bzw. kommen Phasen der Planung und Nachbereitung in Deutschland. Alle Bauarbeiten vor Ort wurden von den Nutzern des Projektes selbst ausgeführt und durch uns angeleitet und überwacht.

Die Planung und die Bauleitung wurden von uns in unbezahlter, ehrenamtlicher Arbeit ausgeführt. Die ausführliche Dokumentation des Projektes erfolgt innerhalb der nächsten Monate im Rahmen von zwei Diplomarbeiten. Mit den gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen sind wir zuversichtlich, weitere, verbesserte Grundwasserdämme bauen zu können.

Eine Redakteurin der Wochenzeitung DIE ZEIT begleitete für eine knappe Woche die Bauarbeiten in Koraro. Ihre Reportage über unser Projekt erschien am 3. September 2009 in der Rubrik „Chancen“ (<http://www.zeit.de/2009/37/C-Aethiopian>).

## 2 Projektgebiet

Das Projektgebiet befindet sich im nördlichen Hochland Äthiopiens in der Region Tigray, die, durch jahrelangen Bürgerkrieg in vergangener Zeit, stark gelitten hat und somit wohl zu den ärmsten Gebieten Äthiopiens gehört.

Das Dorf Koraro ist eine Ansammlung von Steinhäusern mit Wellblechdächern in einer sehr unzugänglichen Landschaft. Es fasst mittlerweile etwa 5000 Menschen, die hauptsächlich von der Landwirtschaft leben. Da das Land dort sehr unter den Folgen von Erosion und Trockenheit leidet, ist Koraro derzeit stark auf die Hilfe von außen angewiesen (vor allem USAID Hilfslieferungen in Form von Mais und Weizenmehl). Außerhalb der Regenzeit führt keiner der zahlreichen Flüsse Wasser. Die wenigen Brunnen mit Handpumpen fördern ungenießbares, salziges Grundwasser. Um dem entgegen zu wirken werden derzeit viele Versuche der Regierung und der UN unternommen um die Lebenssituation zu verbessern.

Die Jahresniederschläge liegen hier bei semi-aridem (halbtrockenem) Klima um etwa 500 mm/a. Sie fallen jedoch zu ca. 80 % innerhalb von 3 Monaten der Hauptregenzeit von Mitte Juni bis Mitte September. Das daraufhin abfließende Oberflächenwasser fließt so schnell ab, dass es praktisch nicht genutzt werden kann. Der Grundwasserspiegel liegt teilweise relativ tief (mehr als 7 m) unter der Gelände-Oberfläche. Dort, wo er höher anzutreffen ist, ist das Grundwasser in der Regel zu salzig für den menschlichen Genuss. Es findet sich nur an wenigen Stellen Wasser unter trocken fallenden Gewässerbetten, das nicht vom salzigen Grundwasser beeinträchtigt ist.

## 3 Rahmenbedingungen und Standortsuche

Abhilfe kann hier geschaffen werden durch eine Anhebung des Grundwasserspiegels durch den (unterirdischen) Aufstau von abfließendem Regenwasser, das noch nicht mit Salzwasser in Kontakt kam. Zu beginnen ist eine solche Maßnahme an den am tiefsten gelegenen Punkten des Wasser-stauenden Untergrunds. Da eine detaillierte Untersuchung der (hydro-)geologischen Untergrundverhältnisse aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist, sucht man – unter Umständen mit sehr einfachen Methoden – im Untergrund von Gewässerbetten nach den geeigneten Sperrenstellen.

Um einen Grundwasserdamm erstellen zu können benötigt man also einige Voraussetzungen:

1. geeignete Dammstelle (nicht zu breit/tief) in einem Flusslauf
2. geologisch schwer durchlässiger Untergrund und Flanken
3. Reservoir (Speicherbereich/-volumen) mit möglichst hohem Porenanteil (Sand und Kies)

Zu diesen eher technischen Voraussetzungen gehören selbstverständlich auch wasserwirtschaftliche und soziale Komponenten:

1. Notwendigkeit der Maßnahme (Wassermangel, zumindest zeitweise im Jahr, bzw. zu weite Wege beim Wasserholen, bzw. zu schlechte Wasserqualität bisheriger Quellen)
2. Nähe zur potenziellen Nutzergruppe (Nutzung und Wartung der Bauwerke)
3. Verfügbarkeit des Speicherbereichs (konkurrierende Nutzungen bzw. Eigentum)
4. Verfügbarkeit der Baustoffe (und Wasser für die Bauphase)
5. Mitwirkungs-Bereitschaft (Mobilisierbarkeit) der Nutzergruppe
6. Zustimmung aller involvierten Fach-Behörden und Regierungsstellen
7. Einschätzung der Auswirkungen auf die Unterlieger sowie deren Zustimmung
8. Information und Schulung der zuständigen Behörden-Mitarbeiter (Wasser-Experten) als Aufsichts-Instanz sowie der Nutzergruppe als Betreiber der Anlage

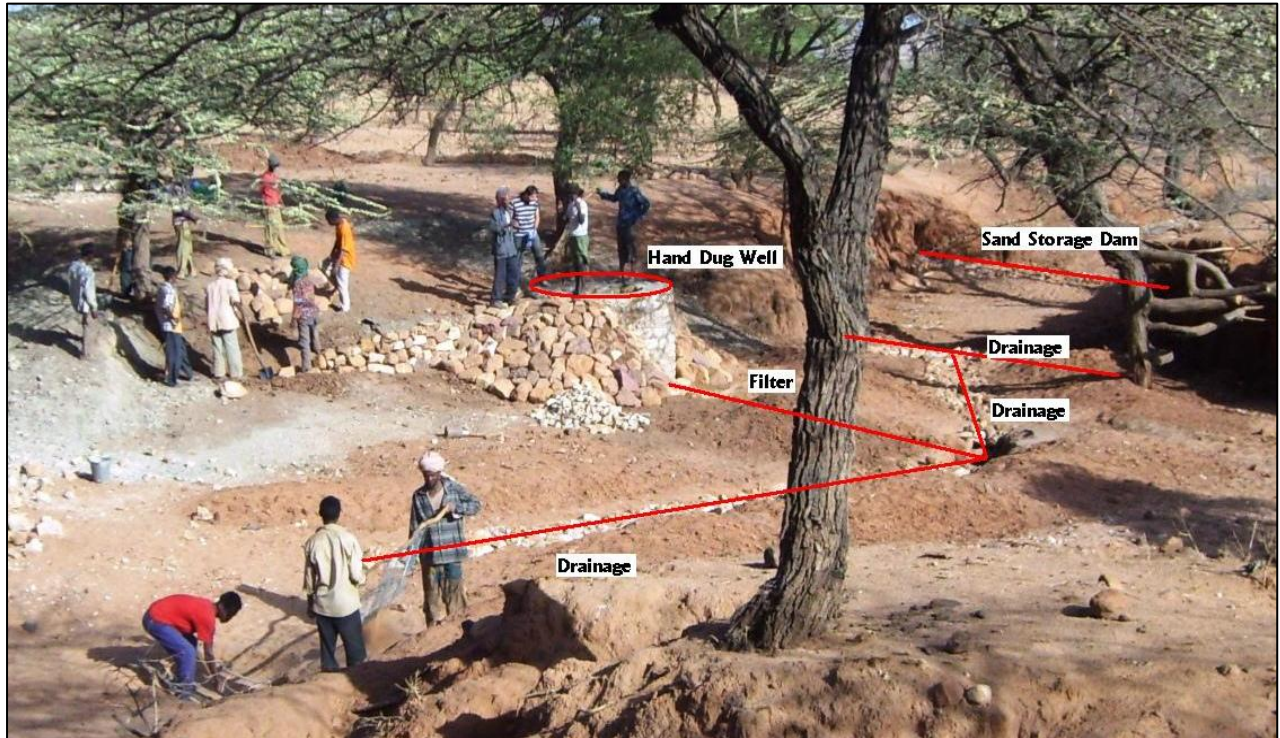
Die Sicherstellung der Funktion des Speichers als Trinkwasserreservoir erfordert Betriebseinrichtungen und Nebenanlagen, wie z.B.:

1. Hilfsbauwerke zur Förderung der Versickerung des abfließenden Regenwassers (Schwellen und Querbauwerke im Gewässer, Gräben, Rigolen, ...)
2. Hilfsbauwerke zur Überleitung von Oberflächenwasser aus benachbarten Einzugsgebieten in den Speicherbereich, bei Bedarf (Gräben, ...)
3. Entnahmebrunnen (für Trinkwasser: permanent abgedeckt, Entnahme z.B. mit Handpumpe)
4. Hilfsbauwerk zur Vermeidung der Versickerung verunreinigten Wassers von der Oberfläche im Nahbereich des Brunnens (Abdeckung, Dichtung, mit Rinnen zur Ableitung von Überschusswasser)
5. Hilfsbauwerke zur Leitung und ggf. Filtration des gespeicherten Wassers zwischen Speicherbereich und Entnahmebrunnen (Gräben, Sand-Filter, ...)
6. Umzäunung (mindestens) der Fläche des Reservoirs, um Verschmutzung durch frei laufendes Vieh zu verhindern

Zunächst ist der Kontakt mit der Bevölkerung mit Unterstützung des lokalen Kooperationspartners (hier: Mekelle Universität) und der zuständigen Fachbehörde (hier: Wasser-Abteilung der Kreisverwaltung Hawzen) herzustellen. Die Erfahrung der Menschen vor Ort kann bei der groben Lokalisierung des Standortes von unschätzbarem Wert sein.

Zeitgleich ist die Betrachtung der anstehenden Bodenverhältnisse anhand von offen liegenden Schichtungen (z.B. an den Böschungen oder mittels Schürfe) sinnvoll. Ist ein Standort erst einmal grob lokalisiert, so kann man mit Bodenaufschlüssen wie dem Schurf und auch Ramm- und Schlitzsondierungen ein Längsprofil der entsprechenden Stelle erstellen. Dabei sind Hochpunkte der dichten Schicht im Untergrund für die Auswahl der Sperrenstelle von entscheidender Bedeutung, da diese den Bauaufwand für die Dichtung minimieren. An einem solchen Hochpunkt empfiehlt sich die Sondierung des Querprofils, um Unregelmäßigkeiten im Untergrund Rechnung zu tragen.

#### 4 Funktionsweise des Grundwasserdamms “Koraro 01”



##### *Grundprinzip:*

Wasser, das hier in der Regenzeit fließt (von links unten nach rechts oben), wird durch den Damm, der bis auf einige Dezimeter über die Gewässersohle reicht, gestaut bzw. verlangsamt. Die Fließgeschwindigkeit wird dadurch reduziert und die Infiltration in den Untergrund (Speicherbereich) verbessert. Zeitgleich sedimentieren vom Wasser transportierter Sand und Kies, und erhöhen so das Volumen des speicherfähigen Bodens.

*Regenzeit:* Oberflächlich abfließendes Wasser wird zurückgehalten und infiltriert. Unterirdisch abfließendes Wasser wird am Abfluss gehindert – der Sandspeicher wird gefüllt.

*Trockenzeit:* Die Poren des Bodens im trockengefallenen Flussbett sind anfänglich mit Wasser gefüllt. Eine Deckschicht von 0,25 m Dicke wird durch die konstruktive Gestaltung des Grundwasserdamms von Stauwasser frei gehalten. Wird am Brunnen Wasser entnommen, so fließt Wasser aus dem Sandspeicher nach. Dabei folgt es bevorzugt den eingebauten Dränagen, welche es in Richtung des Gefälles zum tiefsten Punkt des Speichers führen, an dem sich ein Sandfilter befindet. Die Gräben sorgen dafür, dass der gesamte Speicher erschlossen wird und das Reservoir im Brunnenschacht sich in der Nacht wieder auffüllen kann. Der einzige Zulauf zum Brunnen führt durch den Filter, der das Wasser vor dem Zutritt säubert.

## 4.1 Die einzelnen Bauwerke in Kürze

### 4.1.1 Sandspeicherdamm

Der Sandspeicherdamm wurde in dem Fluss *Gereb Adi Kilite* gebaut, um den Teil des Dorfes Koraro, der die größten Probleme mit der Wasserversorgung hat, mit Wasser zu versorgen.

Damm-Dimensionen:

Kronenlänge: 11 m

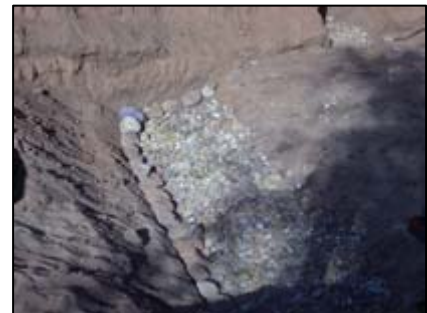
Höhe: 3.6 m (3 m unter dem Flußbett, 0.6m darüber)

Mächtigkeit: 0.8 m

Materialien:

Dammkörper: verdichteter Ton (gewonnen aus Termitenhügeln)

Wasserbauliche Sicherungen: Natur-Steine (verschiedener Größe)



### 4.1.2 Brunnen mit Handpumpe

Der Brunnen wurde rund 30 Meter oberstrom des Damms errichtet. Der Brunnenkopf liegt leicht erhöht, halb in der Uferböschung des Flusses und vollständig von Ton umgeben, bis auf den filterstabilen Drainagegraben, der die Verbindung zum Speicher herstellt. Zur Gewährleistung der Überschwemmungssicherheit wurde der Brunnen ein Stück über die Oberfläche gemauert, wasserbaulich gesichert und mit einem Zugangsweg versehen. Die Entnahme des Wassers erfolgt durch eine Handpumpe.

Brunnen Dimensionen:

Höhe/Tiefe: 8.5 m (7 m unter Oberfläche, 1.5 m über Oberfläche)

Durchmesser: ca. 2.0 m (innen Ø: 1.2 m)

Mauerwerk: 0.4 m (Kombination von trocken geschichtetem  
Bruchsteinmauerwerk und gemörteltem Mauerwerk)

Abdichtung: Ton, befestigt mit einer Steinpackung



#### 4.1.3 Gräben (Dränagen und Filter)



Die Gräben haben mehrere Aufgaben: Während der Trockenzeit dränieren sie den Speicher und führen das gespeicherte Wasser in einem zentralen Punkt zusammen, von wo aus es durch einen Filtergraben zum Brunnen gelangt (der einzige Zufluss zum Brunnen). Während der Regenzeit jedoch dienen sie dazu, das abfließende Wasser zu fangen und zu versickern und somit den Speicher wieder zu füllen.

Der Filtergraben sorgt dafür, dass jeglicher Zufluss zum Brunnen erst gereinigt wird und so trinkbares Wasser entsteht.

#### 4.1.4 Zäune

Die Zäune haben die simple, aber notwendige Aufgabe, Vieh aus dem Speicherbereich heraus zu halten, um Verschmutzungen zu vermeiden. Die Zäune wurden in einer lokal üblichen Art und Weise hergestellt. Dabei werden große dornige Äste in Löcher im Boden gesteckt und mit weiteren Ästen abgestützt.



#### 4.1.5 Messstellen

Zur Auswertung und Erfolgskontrolle des Grundwasserdamms wurden an zwei Stellen im Reservoir Grundwassermessstellen eingerichtet. Zusätzlich wurde ein Pegel an dem Dammstandort erstellt. Diese Messeinrichtungen wurden der Bevölkerung erklärt und werden nun täglich von einem dafür beauftragten Mitglied der Nutzergruppe abgelesen und protokolliert. Die Daten werden in regelmäßigen Abständen durch die Mekelle Universität abgefragt und auf Schlüssigkeit geprüft. Zusätzlich dazu hat sich die Mekelle Universität bereit erklärt, die Wasserqualität in Reservoir und Brunnen bei diesen Gelegenheiten ebenfalls zu testen.

#### 4.1.6 Wartung

Die Wartung der Bauwerke wurde vertraglich in die Verantwortung der Dorfgemeinschaft Koraro übergeben. Zu diesem Zweck wurde ein Mitglied der Nutzergruppe geschult, dem ebenfalls Unterlagen in mehrfacher Ausfertigung, in vorherrschender Landessprache (Tingrinya), übergeben wurden. Die Unterlagen sind robust (laminiert), eindeutig lesbar (dank einer Skizze des Gebietes) und leicht verständlich (Tabelle in dem Stil „Problem – Lösung“).

## 5 Projektkosten und Finanzierung

Das Projekt finanzierte sich durch Projektmittel der Deutschen Botschaft Addis Abeba (~3300 Euro), die zweckgebunden zur Erstellung des Damms zur Verfügung standen, und aus Spenden die durch die Ingenieure ohne Grenzen e.V. eingeworben wurden (~4500 Euro), die für die Gesamtkosten des Projekts zur Verfügung standen. Das Geld der Botschaft wurde benutzt, um die ortsansässigen Arbeitskräfte und das Material zu bezahlen. Der Transport von Baustoffen und Wasser

für die Baumaßnahme vor Ort wurde von der Nutzergruppe als Eigenbeteiligung geleistet. Da Steine und Ton in der näheren Umgebung gesammelt bzw. abgebaut werden konnten, verursachte nur ein kleiner Teil der Baustoffe Transportkosten (etwa 10% der Baukosten).

Fast alle anderen Posten, hauptsächlich der sehr teure Transport, Erkundungsarbeiten und Geräte wurde durch die Spenden der Ingenieure ohne Grenzen finanziert.

Gesamtkosten des Projekts sind also etwa 9300 Euro.

Der Hauptanspruch, neben der Erstellung der Bauwerke, lag darin, den Dorfbewohnern die Chance zu geben, Geld mit ihrem – meist harten – Arbeitseinsatz zu verdienen. Nach dieser Philosophie verblieb der Großteil der Fördermittel im Dorf Koraro, also bei Denjenigen, die es am meisten brauchen.

## **6 Zusammenfassende Bewertung und Ausblick**

Die Baumaßnahme wurde fristgerecht vor Beginn der Regenzeit fertig gestellt und ist nun in Betrieb. Die Situation der Bevölkerung Koraros wurde somit zweifach aufgewertet. Zum einen ist die Entfernung zur nächsten Trinkwasseranlage nun wesentlich kürzer und zum anderen haben die Landwirte, nach einem sehr regenschwachen Jahr, Geld (z.B. für die Überbrückung des Ausfalls an Saatgutproduktion) dazu verdient und sich dabei noch praktische Kenntnisse zum Bau und Erhalt einer solchen Anlage angeeignet.

Erste Messergebnisse werden jetzt von der Mekelle Universität gesammelt und von den Münsteraner Hochschulen verarbeitet. Die gesammelten Erfahrungen, die vor Ort erfassten Daten (Regen, Gelände, Verbrauch etc.) und die noch eintreffenden Daten, werden in den nächsten Monaten in zwei Diplomarbeiten ausgewertet. Auf dieser Basis wird das Konzept des Grundwasserdamms weiter an die Region angepasst, verbessert und das Wissen darüber verbreitet. Darüber hinaus werden im Rahmen des übergeordneten TAWI-Projekts weitere Erhebungen zur Wasserqualität an dieser neuen und an vorhandenen Wasserstellen sowie zur Gesundheit der Bevölkerung angestellt werden. Auf diese Weise soll untersucht werden, ob durch die neue Anlage Veränderungen im Hygiene-Verhalten und im allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung bewirkt werden.