



Praxisbericht  
Dawasco – Dar es Salaam / Tanzania  
02. Oktober 2006 – 16. Februar 2007  
von Bastian Kircher





### **Verständliches zur Stadt Dar es Salaam und DAWASCO:**

Der Großraum Dar es Salaam, also die Stadt selbst und die weit außerhalb liegenden Randbereiche, zählt etwa 3 Millionen Einwohner. Experten sprechen sogar von 3,5 – 4 Millionen Einwohnern. Mit einer jährlichen demografischen Wachstumsrate von 10 Prozent gehört die Stadt zu den am schnellsten wachsenden Städten Afrikas. Zur Zeit lebt etwa ein Zehntel der Gesamtbevölkerung Tanzanias im Großraum Dar es Salaams, davon aber nur rund ein Sechstel im eigentlichen Stadtgebiet. Die Masse an Landflüchtigen konzentriert sich auf angrenzende Ansiedlungen, die ohne jegliche Planung entstanden sind.

Dar es Salaam ist die inoffizielle Hauptstadt Tanzanias. Obwohl 1973 Dodoma neue Hauptstadt wurde, hat dies nur auf dem Papier seine Gültigkeit. Von der Küstenmetropole aus werden bis heute die Geschicke des Landes gelenkt. Zudem haben bisher auch sämtliche diplomatische Vertretungen, internationale Organisationen sowie wichtige ausländische Wirtschaftsunternehmen ihren Sitz in der Stadt.

Bis zum 01. August 2003 war für die Wasserversorgung von Dar es Salaam und der dazugehörigen Küstenregion die DAWASA (Dar es Salaam Water and Sewage Authority) zuständig. Ab diesem Datum verpachtete die Regierung deren gesamte Infrastruktur für zehn Jahre an die City Water Services Ltd. (CWS) mit den Aktionären Biwater aus Großbritannien, HP Gauff aus Deutschland und der in Tanzania registrierten Anhänger-Firma Superdoll Trailer Manufacturers Ltd. Weltbank/International Development Association. Die Afrikanische Entwicklungsbank und Europäische Investment Bank gewährten Darlehen. Man wollte die Wasserver- und entsorgung Dar es Salaams und der Küstenregion verbessern. Am 13. Mai 2005 gab Edward Lowassa, Minister für Wasser und Entwicklung der Viehzucht, bekannt, der Vertrag werde beendet, denn die CWS hätten nicht zufriedenstellend gearbeitet. Eine neu zu gründende Firma, Dar es Salaam Water and Sewerage Corporation (DAWASCO) genannt, werde die Arbeit übernehmen.

Der CWS wird zur Last gelegt, die Wasserversorgung habe sich verschlechtert statt verbessert. Weder die kassierten, der DAWASA zustehenden Gebühren, noch der Pachtzins seien überwiesen worden. Die CWS schulde der DAWASA 3 mio. \$. Auch habe die CWS versäumt, wie im Vertrag vereinbart, in den Sonderfonds einzuzahlen, mit dem die Anbindung der Armen an die Wasserversorgung unterstützt werden sollte. Von den im Vertrag für die ersten beiden Jahre vorgesehenen Investitionen in Höhe von 7,5 mio. \$ sei weniger als die Hälfte verwirklicht worden. Laut Vertrag sollte die Firma 1.000 km Wasserrohre verlegen. Gekauft wurden 100 km, wirklich verlegt 10 km.

In einer Studie der Weltbank heißt es, seit Übernahme der Wasserversorgung durch die CWS habe Dar es Salaam 20 % weniger Wasser bekommen. Nur 270 neue Kunden hätten Wasseranschluss erhalten, viel weniger als geplant.

Mehr als 300.000 Einwohner einiger Stadtteile Dar es Salaams, Leute mit mittlerem oder geringem Einkommen, leiden unter Wasserknappheit, obwohl die Hauptwasserleitungen unter ihren Häusern durchgeht. Nur wenn es regnet, haben sie Wasser oder wenn sie es von Wasserverkäufern kaufen.

Die Infrastruktur der Wasserversorgung, vor 54 Jahren für die 2.500 Einwohner Dar es Salaams geschaffen, reicht nicht für die mehr als 3 mio. Menschen, die jetzt in der Stadt leben. Der Wasserverbrauch wird auf 410.000 m<sup>3</sup> pro Tag geschätzt. Nur 320.000 m<sup>3</sup> können geliefert werden. Rund 15 % davon gehen verloren wegen undichten Rohren und illegaler Anschlüsse.

### **Einführung:**

Am 2. Oktober 2006 begann ich mein Praxissemester in Dar es Salaam (Tanzania) bei der Firma DAWASCO.

Trotz vieler dieser oben beschriebener, vorherrschender Probleme bin ich bei DAWASCO sehr herzlich aufgenommen worden und alle Mitarbeiter bemühten sich von Anfang an sehr um mich. Wir verständigten uns soweit auf Englisch, wobei viele Mitarbeiter nur ihr Suaheli beherrschen. Das war hin und wieder schon unvorteilhaft, allerdings waren mir solche Probleme schon im Voraus bewusst und tatsächlich stellten sie auch keine allzu große Barriere dar.

Ich wurde in meinem Praxissemester hauptsächlich im Trinkwasserlabor eingesetzt. Da ich schon in der vorlesungsfreien Zeit zwischen WS 2005/06 und SS 2006 ein vierwöchiges Praktikum bei den Stadtwerken Mainz (Trinkwasseraufbereitung) gemacht hatte, konnte ich mich schon von Beginn an gut einbringen.

Zu meinen täglichen Aufgaben, die meistens an folgenden Tagen durchgeführt worden sind, zählten:

- Montag: Wasserproben ziehen und Bakteriologische Analyse im Labor
- Dienstag: Brunnen beproben und Bakteriologische Analyse im Labor
- Mittwoch: Wasserinhaltsstoffe aller Proben untersuchen
- Donnerstag: Diagramme der Proben erstellen
- Freitag: Quality Water Report verfassen

Des Weiteren wurde ich unterwiesen in die Arbeitsvorgänge der

- Wasserleitung Desinfektion
- Brunnen Desinfektion

### Wasseraufbereitung:

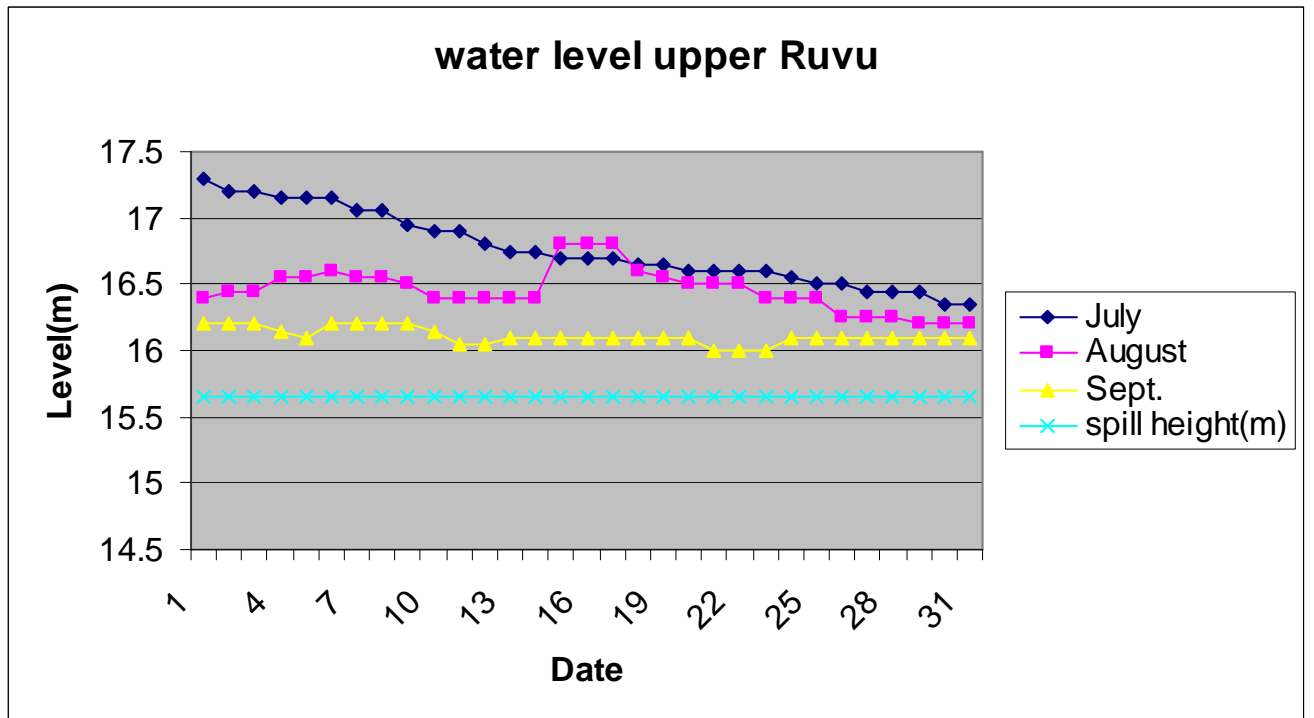
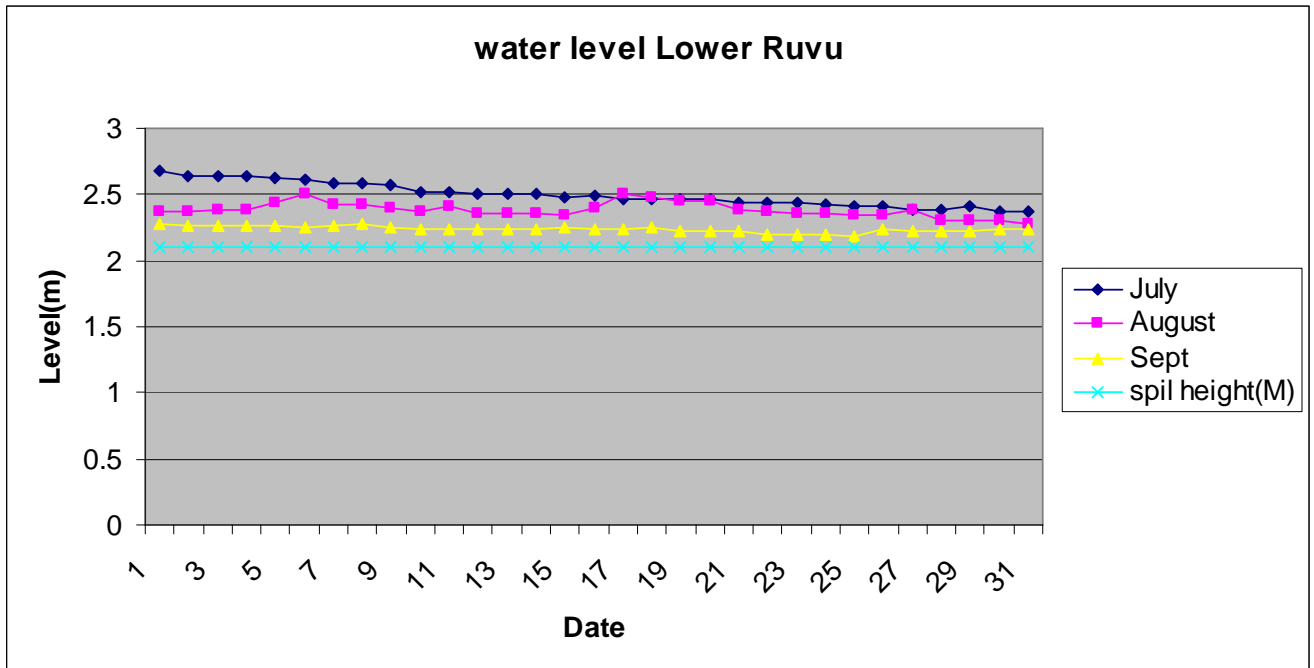
Den größten Teil des Wassers, der Dar es Salaam zur Verfügung steht, bezieht DAWASCO von den Aufbereitungsanlagen Lower Ruvu bei Bagamoyo, ca. 100 km nördlich der Stadt und Upper Ruvu, das sich auch ungefähr 100 km, allerdings westlich von Dar es Salaam befindet. Ruvu ist der Name des Flusses, wo das Wasser entnommen wird. Bei der Aufbereitungsanlage Lower Ruvu wird eine Tagesleistung von 200.000 m<sup>3</sup> Wasser erreicht. Bei der Aufbereitungsanlage Upper Ruvu zirka 80.000 m<sup>3</sup>. Das Wasser wird nach Dar gepumpt und bevor das Wasser in das Versorgungsnetz eingespeist wird, in zwei verschiedenen Speicherreservoirs gesammelt.

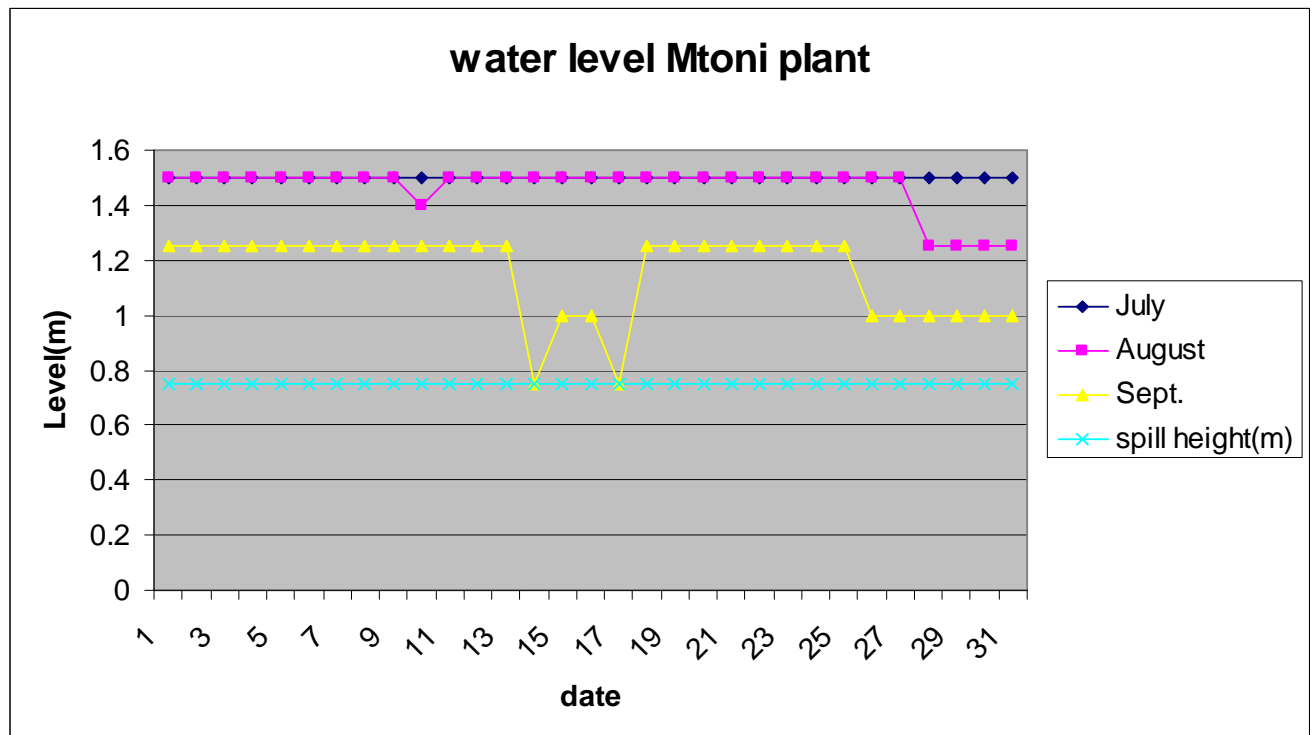
In einem dieser Vorratsbehälter haben wir eine Probe gezogen und auf den Chlorgehalt untersucht. Es war 0,14 ppm (m/l) Chlor im Wasser vorhanden. Zu wenig, da beim Verbraucher häufig noch weniger Chlor ankommt und das stellt natürlich ein Problem dar. Deswegen wurde dieser Tank desinfiziert. Außerdem waren wir auch noch im Inneren eines Speichertanks. Dieser wurde komplett abgelassen und gereinigt. Der ganze Tank war voller sedimentiertem Schlamm. 20 Arbeiter mussten die Leiter hinabsteigen und den halbenmeter dicken Schlamm mit einfachen Eimern abschöpfen.

Die dritte und auch wesentlich kleinere Aufbereitungsanlage, Mtoni Plant, liegt direkt in der Stadt selber. Hier werden 40.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag aufbereitet. Das Wasser wird aus einem regelrechten Bach entnommen. Dieser kann während der Regenzeit jedoch zu einem reißenden Strom anschwellen.

Da das Wasservorkommen in Tanzania sehr stark von der Regen- und Trockenzeit abhängig ist, sind die Pegelstände der Flüsse sehr großen Schwankungen ausgesetzt. Die große Regenzeit dauert normalerweise von Anfang April bis Mitte Mai. Die kleinere der beiden Regenzeiten kommt meistens zwischen Mitte November bis Mitte Dezember nach Dar es Salaam. Aus diesem Grunde wurde ich beauftragt Diagramme über die Pegelstände an den jeweiligen 3 Flusswasserentnahmestellen (Lower Ruvu, Upper Ruvu, Mtoni Plant), zu erstellen. Die Aufbereitungsanlage Upper Ruvu, beziehungsweise die Trinkwasserentnahmestelle an diesem Fluss habe ich nicht zu Gesicht bekommen. Der hohe Pegelstand des Flusses, im Vergleich zu den anderen Beiden, hat damit zu tun, dass das Wasser vor der Entnahme gestaut wird.







#### Entnahme der Wasserproben:

Bei der Entnahme der Wasserproben ist eine akkurate und sterile Arbeit absolut wichtig. Gerade bei der mikrobiologischen Analyse ist hierbei sorgfältig darauf zu achten, dass keine äußeren Keime in die Probe herein getragen werden.

Zweimal in der Woche, meistens Montag und Dienstag, bin ich mit einer Kollegin und unserem Fahrer durch Dar es Salaam gefahren um Wasserproben zu ziehen. Das Stadtzentrum weist viele moderne Gebäude auf, wobei das umliegende und sehr weitläufige Dar es Salaam, aus europäischer Sicht nur aus Slumsiedlungen besteht. Wir fahren hier zum Teil sehr tief in die Armenviertel hinein. Oft sind die Wasserleitungen so stark beschädigt, dass am Hahn nur noch Tropfen herauskommen. Deswegen wird Wasser von den Anwohnern zum Teil auch einfach aus vorhandenen Quellen oder aus völlig vermüllten Bächen bzw. Rinsälen geschöpft.

Ich war dafür zuständig Frischwasserproben aus den städtischen Wasserleitungen und ebenso aus verschiedenen Brunnen zu ziehen, sowie auch Abwasserproben aus 3 verschiedenen Klärteichen. Des Weiteren wurden Meerwasserproben gezogen in unmittelbarer Nähe zur Einleitungsstelle der Abwässer in das offene Meer.

#### **Entnahme der Frischwasserprobe am Wasserhahn:**

Das in den Wasserleitungen stehende Wasser wird zuerst für einen Zeitraum von ca. 1 Minute laufen gelassen. Hiernach wird der Wasserhahn mit Brennspritus abgeflammt um vorhandene Bakterien abzutöten. Ich nahm eine Probe um die Fäkal Coliformen sowie Total Coliformen Bakterien zu analysieren. Diese Probe wurde durch eine 250 ml Glasflasche entnommen. Danach wurde eine 1 l Plastikflasche befüllt um die Schwermetalle bestimmen zu können. Anschließend befüllte ich ein 10 ml Glässchen um darin mithilfe eines Photometers den restlichen Chlorgehalt zu bestimmen. Zum Schluss wurde ein Erlenmeyerkolben mit Wasser befüllt um die Vorort Analyse, sprich Temperatur, Leitfähigkeit und pH Messung, durchzuführen.

Die Entnahme der Frischwasserprobe an den Brunnen verläuft im Vergleich zu den Wasserhähnen identisch. Allerdings wird bei den Brunnen kein restlicher Chlorgehalt gemessen, da hier kein Chlor zugegeben wird.

### Entnahme der Abwasserprobe:

Bei den Klärteichen wurde bei der Entnahme mit Handschuhen gearbeitet. Es wurden wiederum Proben im Erlenmeyerkolben gezogen um die Temperatur, die Leitfähigkeit, TDS und den pH vor Ort zu bestimmen. Die 2. Probe wurde in 1 l Plastikflaschen befüllt, die dann zur analytischen Untersuchung in die Universität Dar es Salaams gebracht wurden. Mit dieser Analyse wurde ich nicht weiter vertraut gemacht.

Das geklärte Abwasser wird über ein Kanalsystem von den Klärteichen, ca. 1 km vor der Küste ins Meer geleitet. Hier haben wir am Ufer in 100 m Abständen jeweils 4 Wasserproben links von der Einleitungsstelle und 4 Proben rechts davon entnommen. Hier wurde das Wasser allerdings nur auf Fäkal Coliforme und Total Coliforme Bakterien untersucht. Hierzu wurden wieder die 250 ml Glasflaschen befüllt.

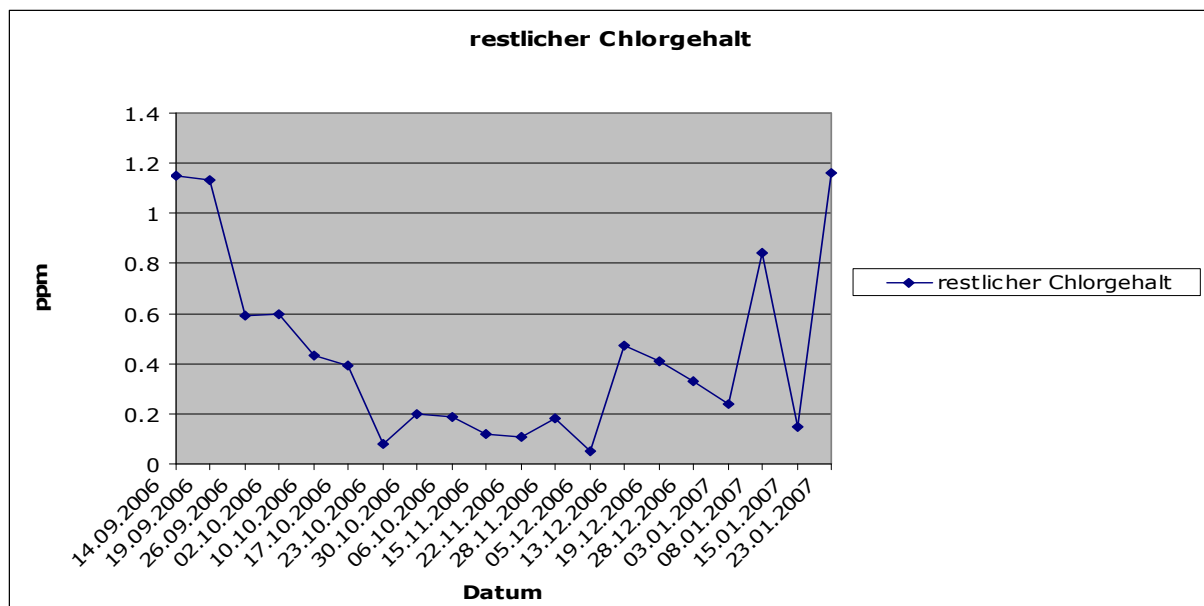
Hin und wieder passiert es auch, dass wir in einen Stadtteil fahren, wo wir nirgends Wasserproben nehmen können, weil kein Wasser aus den Wasserhähnen kommt. Dann fragen wir uns von Hahn zu Hahn durch, bis aus einem dann doch Wasser kommt. Letztens war aber wirklich der gesamte Stadtteil ohne Wasser. Als wir weiterfuhren entdeckten wir auch warum. Die ganze Straße stand unter Wasser. Die Versorgungsleitung war gebrochen und das Wasser strömte nur so hinaus. Und in Dar es Salaam herrscht sowieso schon akuter Wassermangel, unter anderem hervorgerufen durch solche maroden Rohrsysteme. Ungefähr 10 Prozent des aufbereitendes Wassers geht durch undichte Rohrleitungen verloren. Dieses Rohr wurde dann aber auf schnellstem Wege repariert. Auch durch viele illegale Bypassleitungen gehen jährlich Unmengen von Kubikmetern Wasser verloren.

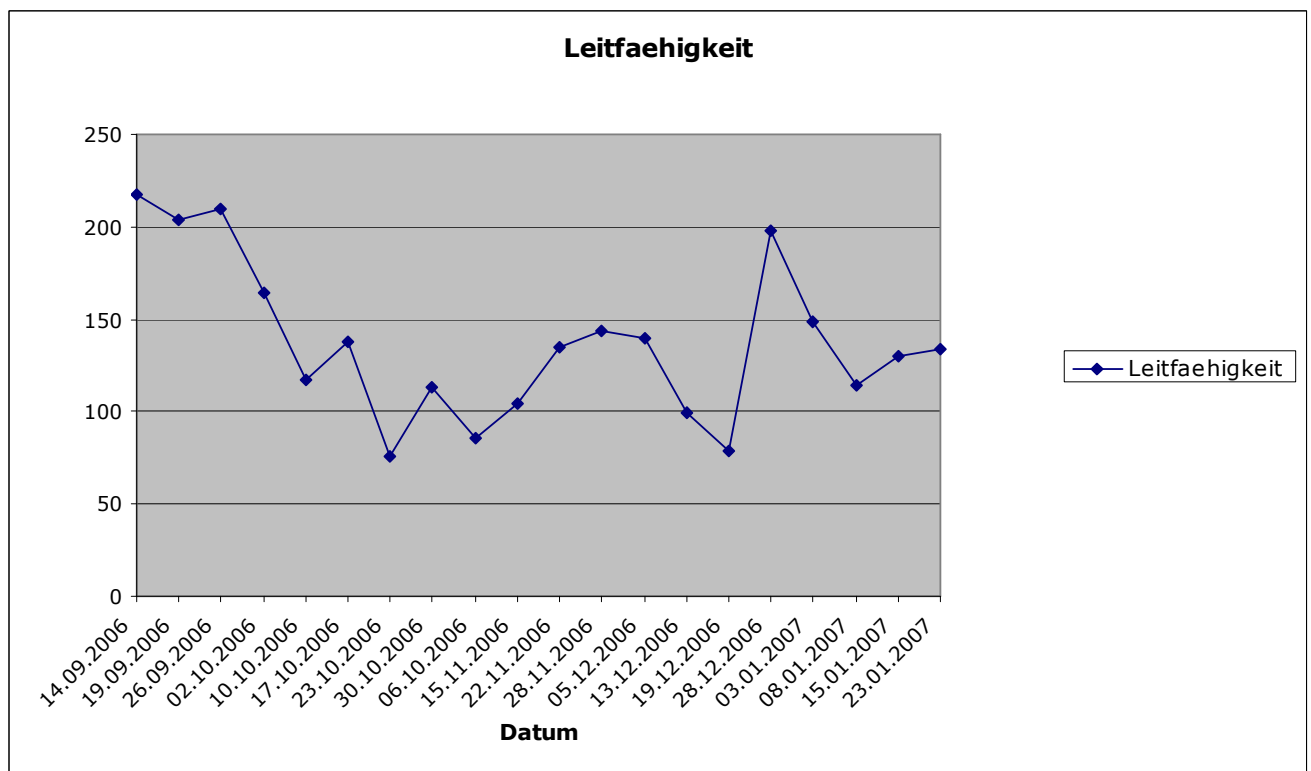
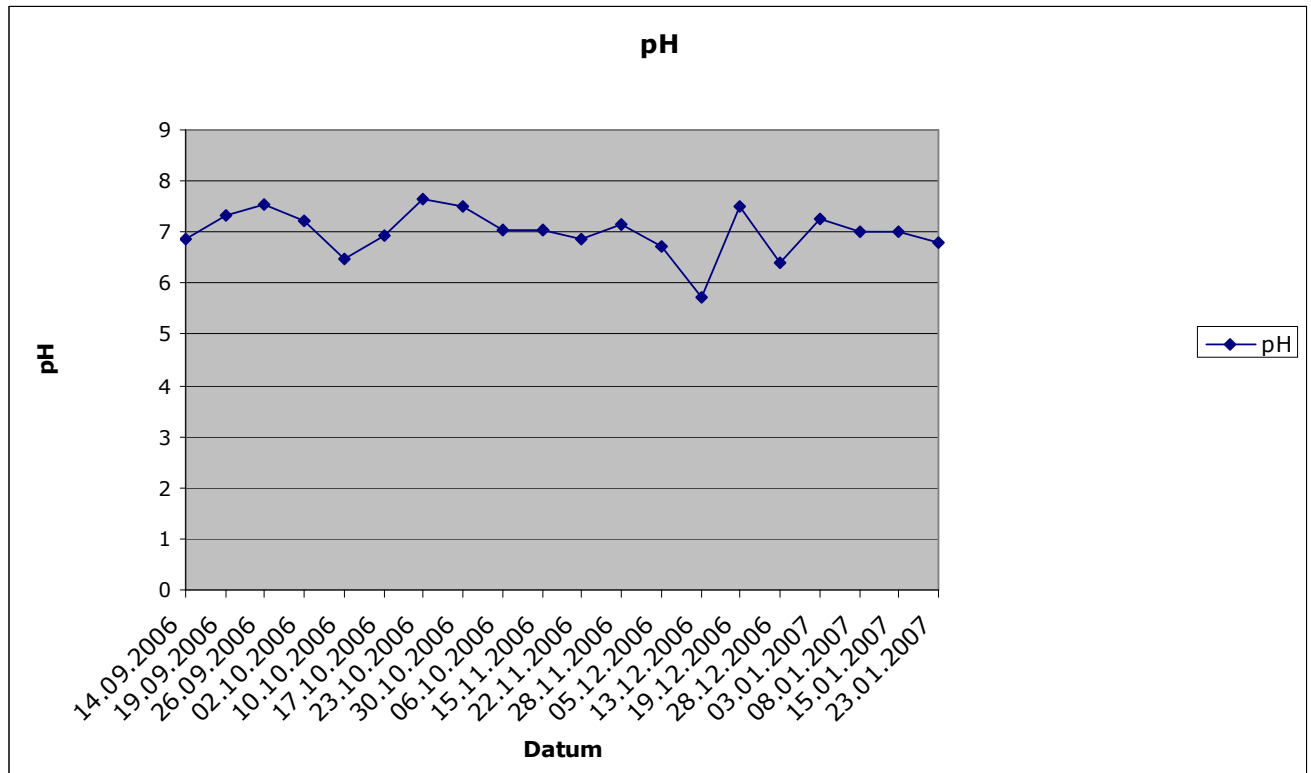
### Wasser Analyse:

Die gewonnenen Wasserproben werden vor Ort auf ph, Leitfähigkeit und Temperatur mithilfe einer Elektrode gemessen. Hierbei wird die Elektrode in den befüllten Erlenmeyerkolben getaucht. Wenige Sekunden später kann man den pH-Wert, die Leitfähigkeit in  $\mu\text{s}/\text{cm}$  und die Temperatur in Grad Celcius auf dem Display ablesen.

Der restliche Chlorgehalt am Hahn wird ebenfalls vor Ort mit einem Photometer ermittelt. Hier wird, wie schon oben beschrieben, das 10 ml Glas befüllt und eine Tablette zugegeben. Je nachdem wieviel Chlor im Wasser vorhanden ist, verfärbt sich die Probe von Hellrosa bis Dunkelrot. Der Photometer gibt den Wert in ppm (parts per million) an.

Es kommt immer wieder vor, dass zum Teil an der Entnahmestelle überhaupt kein Chlorgehalt mehr zu messen ist. Auch starke Schwankungen bei dem ph-Wert und der Leitfähigkeit sind keine Seltenheit wie ich feststellte. Zur Verdeutlichung habe ich für die Wasserentnahmestelle **Magomeni Makuti**, für die Zeit an der ich dort Proben entnommen habe, Diagrammen erstellt.





**Exkurs Cholera:**

Da so gut wie alle Menschen in Dar es Salaam das Wasser nicht nur zum Waschen, sondern eben auch zum Kochen und Trinken verwenden, hat die Regierung strickt angeordnet das Wasser immer vorerst

abzukochen. Da ich während meines Praxissemesters bei einer Familie in Magomeni Makuti, einem recht armen Stadttrandviertel Dar es Salaams wohnte, bemerkte ich das viele Einheimische das Wasser allerdings häufig ungekocht trinken. Auch das ist einer der Gründe warum in Dar es Salaam momentan sehr viele Menschen an Cholera erkranken.

Cholera tritt häufig in armen Ländern auf, in denen Trinkwasser- und Abwassersysteme nicht voneinander getrennt sind. Cholera wird in der Regel durch Trinkwasser verursacht, welches mit Choleraerregern verunreinigt ist. Choleraerreger finden sich vor allem in Fäkalien, sowie in Fluss- und Meerwasser, welches mit Fäkalien belastet ist. In den Entwicklungsländern ist die Cholera eine weit verbreitete und gefährliche Krankheit.

Später im Labor werden dann die Proben nach Fäkalen Coliformen Bakterien, sprich E. Coli, Total Coliformen Bakterien und nach Schwermetallen untersucht.

Für die Keimzahlbestimmung gibt es 2 unterschiedliche Nähragar, die in die jeweilige Petrischale auf ein spezielles Nähragarpad gegeben werden. Mit Hilfe einer sterilen, vorher abgeflamten Pinzette, wird das Nähragarpad in die sterile Petrischale gegeben. Die jeweilige 100 ml Probe wird durch einen sterilen Filter gesaugt und dann in die Petrischale auf den Nähragar gegeben. Wenn man in der Probe viele Bakterien vermutet, bietet es sich an, eine geringere Menge als 100 ml durch den sterilen Filter zu saugen. Gerade bei Roh- und Abwässern kann man, um eine genauere Auszählung der Kolonien vornehmen zu können, nur 10 ml Probe durch den Filter schicken. Um wiederum zu einem einheitlichen Ergebnis zu kommen, muss man anschließend wieder auf die 100 ml hochrechnen. Hierfür gibt es folgende Formel:

$$\text{Coliforme Kolonien pro 100 ml Probe} = \frac{\text{Anzahl Coliforme Kolonien}}{\text{ml der gefilterten Probe}} \times 100$$

Bei der Ermittlung der Fäkal Coliformen Bakterien werden die Petrischalen bei 40 Grad Celcius 24 Stunden, bei der Total Coliform Bakterien Bestimmung werden sie bei 35 Grad Celcius 24 Stunden kopfüber im Ofen bebrütet. Nach diesen 24 h werden die Kolonien ausgezählt.

In den letzten vier Wochen meines Praxissemesters wurde ich noch mit einem neuen Verfahren konfrontiert. Hierbei musste ich nicht mehr, wie bei dem beschriebenen Verfahren, Total coliforme Bakterien und Escherichia coli in zwei Petrischalen mit unterschiedlichen Nähragarn getrennt behandeln, sondern konnte hier, Beide in einer Petrischale und mit einem speziellen Nähragar untersuchen. Die E. coli Kolonien hatten eine Blaufärbung, wogegen die Total Coliformen Bakterien eine rötliche Färbung aufweisen. Zur Ermittlung der Total Coliformen Bakterien musste man allerdings zu den rötlichen Kolonien noch die bläulichen Kolonien dazuzählen um den tatsächlichen Gesamtbestand zu erhalten.

Die Inkubationszeit dieses Verfahrens beträgt auch 24 Stunden bei 35 Grad Celcius. Generell ist bei der bakteriologischen Untersuchung noch zu beachten, dass die Analyse in den folgenden 6 Stunden nach der Probenahme zu erfolgen hat. Ansonsten wird das Ergebnis stark verfälscht.

### **Brunnen Desinfektion:**

Es gibt verschiedene Arten der Brunnen Desinfektion. Die am häufigsten Angewendetste ist allerdings die der Chlorung, denn hier erreicht man eine länger anhaltende Desinfektion wie bei anderen Verfahren. Die am meisten Verwendung findende Chlorchemikalie ist Calcium Hypochlorite in Pulver- oder Körnerform. Es beinhaltet normalerweise 50 – 70 Prozent Chlor.

DAWASCO nutzt zur Desinfektion allerdings Trichloroisocynuric acid. Einzig und allein was wir für die Desinfektion benötigten war ein 20 Liter Eimer und diese Chemikalie. Dieser Eimer wurde mit klarem Wasser des Brunnens befüllt und unter ständigem Rühren wurde 25 g des Trichloroisocynuric acid zugegeben. Das Mischungsverhältnis war also 25 g Trichloroisocynuric acid pro 20 Liter Brunnenwasser. Die Menge an Chlor die benötigt wird ist abhängig von dem Wasservolumen des Brunnens. Dieses ermittelten wir mit folgender Formel:

$$V = \frac{\text{Pi} \times \text{d zum Quadrat}}{4} \times \text{h}$$



V = Brunnenvolumen [m<sup>3</sup>]  
d = Durchmesser des Brunnens [m]  
h = Höhe des Wasserspiegels [m]

Für jeden Kubikmeter Wasser im Brunnen mussten wir 5 Liter Trichloroisocyanuricacidlösung dem Brunnenwasser zugeben.

Chlordämpfe sind absolut gesundheitsschädlich. Aus diesem Grund haben wir bei der Desinfektion auch mit Gummihandschuhen und Gasmaske gearbeitet.

Es ist strikt darauf zu achten, dass während der Desinfektionsarbeiten, kein Wasser aus dem Brunnen entnommen wird. Das Wasser besitzt dann kurzfristig eine sehr hohe Chlorkonzentration, was zu einem schlechten Geschmack und Geruch führt und natürlich auch gesundheitsgefährdend ist.

Gerade bei den Brunnen stellten wir immer wieder häufig eine große Anzahl von Fäcal und Total Coliforme Bakterien fest. Bei bestimmten Brunnen waren Werte von bis zu 35 Kolonien / 100 ml Probe keine Seltenheit. Der Zielwert liegt sowohl bei Fäcal- als auch bei Total Coliformen Bakterien bei 0 Kolonien pro 100 ml Probe.

Ein weiteres großes Problem neben der zum Teil schlechten Wasserversorgung ist die Stromversorgung, die zum Teil auch mit der Wasserversorgung gekoppelt ist. Somit arbeiten die Brunnen nur, wenn auch Strom vorhanden ist. Da häufig der Strom für mehrere Stunden am Tag ausfällt, arbeiten in dieser Zeit auch die Pumpen der Brunnen nicht und somit steht kein Wasser für bestimmte Stadtteile, die auf dieses Wasser angewiesen sind, zur Verfügung.

Auch bei der Wasserprobeentnahme stellte uns das vor häufige Probleme. Denn dann mußten wir ohne Wasserprobe ins Labor zurückkehren und die Analyse auf weitere Tage verschieben.

### **Stellungnahme:**

Mein Praxissemester vom 02. Oktober 2006 bis zum 16. Februar 2007 bei DAWASCO in Dar es Salaam / Tanzania gab mir großartige Einblicke in die afrikanische Arbeitsweise der Trinkwassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung sowie in die Abwasserthematik.

Da ich schon in der vorlesungsfreien Zeit zwischen WS 2005/06 und SS 2006 ein vierwöchiges Praktikum bei den Stadtwerken Mainz in Richtung Trinkwasseraufbereitung absolviert hatte, konnte ich viele Gemeinsamkeiten, allerdings auch sehr viele Schwierigkeiten feststellen, mit denen DAWASCO, im Gegensatz zu deutschen Unternehmen konfrontiert ist.

Die Arbeitsabläufe sind nahezu identisch. Einmal wöchentlich werden bei DAWASCO als auch bei den Stadtwerken Mainz Wasserproben aus dem städtischen Leitungsnetz entnommen. Diese werden, wie schon weiter oben im Bericht genauer erklärt, nach unterschiedlichen Inhaltsstoffen und Bakterienkolonien untersucht. Die hierfür erforderlichen analytischen Messgeräte sind im Großteil älteren Baujahrs, allerdings voll funktionstüchtig. Da es immer wieder vorkommt das der Strom für mehrere Stunden ausfällt, hat DAWASCO einen eigenen Stromgenerator angeschafft, so das die Analysen jederzeit durchgeführt werden können.

Die Infrastruktur in Dar es Salaam ist unheimlich schlecht ausgebaut, was zur Folge hat, dass für kurze Wegstrecken sehr viel Zeit in Anspruch genommen wird. Viele Brunnen und Wasserentnahmestellen sind nur zu Fuß zu erreichen, da die meisten Siedlungen ohne jegliche Planung entstanden sind und deswegen auch keine befahrbaren Wege vorhanden sind. Dies wiederum kostet natürlich wieder viel Zeit. Was ich allerdings ganz besonders stark in meinem halbjährigen Afrikaaufenthalt feststellen konnte war, Zeit haben die Menschen hier genug. Das ist wohl mit einer der größten Unterschiede zwischen Afrika und Europa.

Für mich kann ich sagen, es war ein sehr eindruckvolles halbes Jahr, indem ich viel fachliche und noch mehr soziale Kompetenzen erworben habe.