

# aktuell

INFORMATION DER LAHMEYER INTERNATIONAL GRUPPE NR. 49 / DEZEMBER 2004



BOSNIEN-HERZEGOWINA:  
400-KV-ÜBERTRAGUNGSLEITUNG

JEMEN:  
70-MW-DIESELKRAFTWERK AL-MANSURA

ISLAND:  
690-MW-WASSERKRAFTANLAGE KÁRAHNJÚKAR

SUDAN:  
BATHYMETRISCHE VERMESSUNG DES NILS

- S. 3 Albanien: Die Reform des Stromsektors in Albanien
- S. 4 Jemen: 70-MW-Dieselmotorkraftwerk Al-Mansura
- S. 4 Saudi-Arabien: 2400-MW-Kombikraftwerk mit Meerwasserentsalzungsanlage in Jubail
- S. 5 Pakistan: Machbarkeitsstudie für das Kombikraftwerk Fauji Korangi
- S. 5 Bosnien-Herzegowina: 400-kV-Übertragungsleitung
- S. 6 Deutschland: Neubau des 110/15-kV-Umspannwerkes Dessau-Alten
- S. 7 Georgien: SCADA/EMS und Kommunikationssystem für das Hochspannungs-Übertragungsnetz
- S. 7 Iran: 30-MW-Windpark in Manjil
- S. 8 Korea: Beratung zum Einstieg in den Bereich Fotovoltaik
- S. 9 Island: 690-MW-Wasserkraftanlage Kárahnjúkar
- S. 10 Burkina Faso: Festakt zur „Ankunft des Wassers vom Ziga-Stausee“ in Ouagadougou
- S. 11 Deutschland: Vorstudie für den Neubau des Pumpspeicherwerkes Waldeck I
- S. 12 Jordanien: Mujib Talsperre
- S. 13 Mosambik: Strategiepläne für sieben Städte
- S. 14 Sudan: Grundlagenvermessungen für das Merowe Staudamm Projekt
- S. 15 Kroatien: Modernisierung des Eisenbahnkorridors Vc
- S. 15 Griechenland: Metro-Depot Stavros in Athen
- S. 16 Venezuela: Metro Los Teques
- S. 17 Griechenland: Transferstation Sygrou – Fix in Athen
- S. 18 Deutschland: Modernisierung der Vorsperre der Talsperre Klingenberg
- S. 19 Deutschland: Neubebauung des Berliner Platzes in Gießen

## TITELBILD

Mujib Talsperre, Jordanien  
Die Mujib Talsperre liegt an der ältesten, durchgehend benutzten Straße der Welt, über die schon Abraham und Lawrence von Arabien zogen. Das Wadi Mujib wird auch als der Grand Canyon Jordaniens bezeichnet. Es durchschneidet das jordanische Hochland und mündet, von Osten kommend, in das Tote Meer, dem tiefst gelegenen See der Erde.

## IMPRESSUM

Herausgeber: Lahmeyer International GmbH,  
Bad Vilbel, Deutschland  
Redaktion: Jutta Kaufmann, Vertriebskoordination  
Gestaltung und Lithografie: SaarRepro, Ottweiler  
Druck: Ottweiler Druckerei und Verlag GmbH,  
Ottweiler

Bildnachweis: Bildarchiv Lahmeyer International

© Lahmeyer International GmbH 12/04

## ALBANIEN

## Die Reform des Stromsektors in Albanien



Stromerzeugung durch Wasserkraftwerke an der Drin

Seit nahezu anderthalb Jahrzehnten gestalten die Ingenieure und Unternehmensberater von Lahmeyer International (LI) den technischen und wirtschaftlichen Umbau von nationalen Stromversorgungsunternehmen in verschiedenen so genannten Transformationsländern.<sup>1</sup>

Eine Besonderheit stellt Albanien dar. Nahezu 99 % der Stromerzeugung kommt aus einheimischen Wasserkraftwerken. Zu Beginn der neunziger Jahre exportierte das Land 20 % des erzeugten Stroms.

In den neunziger Jahren berieten unsere Kraftwerksingenieure und Energiewirtschaftler die Albanian Power Corporation (KESH), den albanischen Stromversorger, bei der Modernisierung der größten Wasserkraftanlage (der Kaskade am Drin), dem weiteren Ausbau mit thermischen Kraftwerken und dem Neubau einer Wasserkraftanlage.

Ende der neunziger Jahre hatte sich die Versorgungssituation im albanischen Stromsektor grundlegend

gewandelt. Die steil ansteigende Nachfrage nach Strom (ca. 10 % pro Jahr ab 1992) und ungünstige wasserwirtschaftliche Verhältnisse führten zu einer Stromknappheit im Land. Anfang dieses Jahrhunderts konnten die inländischen Kraftwerke den Stromverbrauch des Landes nur noch zu 50 % decken. Aus finanziellen Gründen, aber auch weil die Kapazitäten des Übertragungssystems nicht ausreichend waren, konnte nur ein Teil der Versorgungslücke durch Stromimporte ausgeglichen werden. Bevölkerung und Wirtschaft litten unter massiven Stromausfällen.

Wesentliche Gründe für den starken Anstieg des Stromverbrauches waren sehr niedrige Tarife sowie hohe technische und nicht technische Verluste von zusammen 40 bis 50 %. KESH konnte die Kosten für die Importe aus eigenen Mitteln nicht aufbringen. Die Regierung sah sich gezwungen, an KESH direkte Subventionen zu zahlen.

Mit der Energiekrise in Albanien veränderten sich auch für LI die Projekte in dem Land. Im Jahr 2002 beteiligten sich unsere Ingenieure und Energiewirtschaftler maßgeblich an einer sektoralen Studie. Sie entwickelten unter anderem Vorschläge,

- den starken Anstieg des Stromverbrauchs durch Anreize zum Energiesparen einzuschränken,
- technische und nicht technische Leistungsverluste durch die Verbesserung der Leitungskapazitäten und administrative Maßnahmen zu reduzieren,
- die Stromtarife für alle Abnehmergruppen unter Berücksichtigung finanzieller und sozialer Anforderungen schrittweise an ein kostendeckendes Niveau heranzuführen und
- die Organisation der Stromwirtschaft in Albanien für die Kommerzialisierung und Privatisierung als auch die Integration in das UCTE-Netz<sup>2</sup> und den südosteuropäischen Strommarkt vorzubereiten.

Basierend auf dieser Studie erarbeitete die albanische Regierung eine Strategie zur Modernisierung des Energiesektors. Erste Maßnahmen zur Trennung der drei Funktionen Erzeugung, Übertragung und Stromverteilung an Endabnehmer wurden bei KESH 2004 eingeführt.

Zur weiteren Unterstützung beauftragte KESH im November 2004 Lahmeyer International mit einem weiteren Projekt, das die Weltbank finanziert. Ziel des Projektes ist es, die verschiedenen Optionen für:

- die Organisation der albanischen Stromerzeugung und -verteilung,
- die Privatisierung von Erzeugung und Verteilung sowie
- die Einführung von Wettbewerb

aufzuzeigen und miteinander zu vergleichen.

Das Projekt soll im Juli 2005 abgeschlossen sein. Es ist der Beginn der Privatisierung von KESH, die nach den Plänen der albanischen Regierung im Jahre 2005 beendet sein soll.

Hans-Joachim Kießling,  
Rosa Tarragó

<sup>1</sup> Länder, die sich im Übergang von der Zentralverwaltungswirtschaft zur Marktwirtschaft befinden.

<sup>2</sup> UCTE - Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transports elektrischer Energie

## JEMEN

## 70-MW-Dieselmkraftwerk Al-Mansura

Der staatliche jemenitische Energieversorger Public Electricity Corporation (PEC), der dem Ministry of Electricity zugeordnet ist, betreibt 50 Erzeugungsanlagen, drei davon ölgefeuerte, konventionelle Dampfturbinenkraftwerke. Alle anderen Anlagen basieren auf Dieselmgeneratoren, rund 40 davon werden in Inselnetzen betrieben.

Die Dampfturbinen in Ras Kanatib bei Al-Hodeidah, in Al-Mukha und in Hiswa bei Aden haben eine Gesamtkapazität von 450 MW, die Dieselmgeneratoren im Netzverbund zusammen mehr als 200 MW und die netzfernen Dieselmgeneratoren 235 MW. Der Beitrag

von Ausfällen und Reparaturen nur zeitweilig, so dass die Verfügbarkeit insgesamt nur bei etwa 60 % liegt. Das Energieministerium schätzt den Bedarf an neuen Kraftwerken bis 2020 auf etwa 1.650 MW.

An der Südküste des Landes entsteht das 70-MW-Dieselmkraftwerk Al-Mansura in Aden. Es wird mit sieben baugleichen mittelschnellaufenden Dieselmgeneratoren einschließlich aller Hilfsanlagen, Abgaswärmenutzung zur Brennstoffaufbereitung, kompletter Kraftwerkselektrik mit 33-kV-GIS-Schaltanlage, I&C Systemen, Wasseraufbereitung sowie Brennstoffzwischenlagerkapazitäten

Umrüstung auf Zweistoff- bzw. Gasbetrieb wird berücksichtigt.

Das Projekt wird durch einen Kredit des Saudi Fund for Development finanziert. Lahmeyer International erhielt nach einem



Begehung des Standorts im Mai 2004



Der künftige Standort des 70-MW-Dieselmkraftwerks Al-Mansura in der Nähe von Aden

Qualitäts- und Kosten-basierten Auswahlssystem unter zehn Bewerbern der engeren Wahl von der PEC den Auftrag zur Erbringung der Consulting-Leistungen für die Implementierung dieses Projekts.

Die Consulting-Leistungen während der mit 18 Monaten veranschlagten Implementierungsphase beinhalten Projektmanagement, Planprüfung, Begleitung von Werkstests, Bauüberwachung einschließlich Inbetriebsetzung, Abnahmetests und Übergabe sowie die Unterstützung des Kunden während der einjährigen Garantiezeit.

Harald Neff

der netzgekoppelten Dieselmgeneratoren zur Stromerzeugung liegt allerdings wesentlich niedriger. Zahlreiche Anlagen – auch mit höherer Leistung – produzieren aufgrund

ergänzend zur Pipelineanbindung ausgerüstet. Die Anlage wird für den Betrieb zunächst mit Schweröl als Haupt- und Dieselöl als Ersatzbrennstoff ausgelegt; eine spätere

## SAUDI-ARABIEN

## 2400-MW-Kombikraftwerk mit Meerwasserentsalzungsanlage in Jubail

Lahmeyer International wurde im Juli 2004 als Federführer eines Beraterkonsortiums von der Power & Water Utility Company for Jubail and Yanbu (Marafiq) beauftragt, als technischer Berater die Ausschreibung und Vergabe des so genannten Independent Water & Power Project (IWPP) in Jubail, eines der ersten und größten privat

finanzierten Kraftwerksprojekte in Saudi-Arabien, zu betreuen.

Die Anlage dient der Versorgung von Jubail City an der saudischen Ostküste, einem der bedeutendsten Industriestandorte in Saudi-Arabien. Die Ausschreibung für das IWPP-Projekt läuft zurzeit und beinhaltet ein 2400-MW-Kombikraftwerk und

eine Meerwasserentsalzungsanlage, die 300.000 m<sup>3</sup> Trinkwasser pro Tag liefert.

Die Angebote von bereits qualifizierten, internationalen Entwicklungsfirmen werden im Februar 2005 erwartet.

Dr. Uwe Dammel

## PAKISTAN

## Machbarkeitsstudie für das Kombikraftwerk Fauji Korangi



Der Standort des künftigen Kombikraftwerks Fauji Korangi an der Küste nahe der Großstadt Karachi

Die pakistanische Regierungsbehörde für private Energieprojekte (PPIB) hat die Fauji Foundation damit beauftragt, ein mit zwei Brennstoffen zu betreibendes Kombikraftwerk (GuD-Anlage) mit einer elektrischen Leistung von ca. 150 MW zu errichten. Das privat finanzierte Projekt soll in Korangi in der Nähe von Karachi realisiert werden.

Das Konsortium Lahmeyer International GmbH (LI) – National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Limited (NESPAC) hat von der Fauji Foundation den Auftrag über eine Machbarkeitsstudie für dieses neue Kombikraftwerk erhalten. Die Federführung liegt bei LI.

PPIB dient als zentrale Anlaufstelle für private Investoren, die in Kraftwerke und die zugehörige Infrastruktur in Pakistan investieren möchten. Neben der Aushandlung des Stromlieferungsvertrages, des Brennstoffbezugsvertrages und anderer erforderlicher Verträge stellt PPIB auch die Verbindung zu betroffenen lokalen und internationalen Stellen her.

Die Fauji Foundation Gruppe ist ein Mischkonzern, der aus mehreren Industrie- und Handelsfirmen besteht. Diese setzen sich aus Tochter- und Beteiligungsgesellschaften zusammen, die branchenübergreifend tätig sind. Fauji

Foundation ist eine gemeinnützige Gesellschaft.

Die folgenden Leistungen werden vom Konsortium erbracht:

- Prüfen der bestehenden Vorstudie
- Datensammlung zum ausgewählten Baugrundstück
- Prüfen der grundsätzlichen Einflussgrößen und Randbedingungen
- Zusammenstellung der Anforderungen an das Kraftwerk
- Transportstudie
- Festlegung des technisch optimierten Anlagenkonzeptes
- Umweltverträglichkeitsuntersuchung
- Prüfung bestehender Verträge (u. a. Stromliefervertrag, Brennstoffbezugsvertrag)
- Projektkostenschätzung und Erstellen eines Finanzierungsplanes
- Ökonomische Analyse und Stromtarifberechnung
- Risikoanalyse
- Identifizierung der erforderlichen Zulassungen und Genehmigungen
- Abschlussbericht

Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen LI und NESPAC konnte bereits in mehreren Projekten unter Beweis gestellt werden.

Bernhard Paulus,  
Michael Dürr

## BOSNIEN-HERZEGOWINA

## 400-kV-Übertragungsleitung

Vor dem Balkan-Krieg betrug die gesamte installierte Kapazität zur Energieerzeugung in Bosnien-Herzegowina 13 Gigawatt (GW) bei einem maximalen Verbrauch von 11 GW. Der Strom wurde zu 40 % mit Wasserkraft und zu 60 % mit thermischen Anlagen erzeugt. Während des Krieges wurden 56 % der Anlagen beschädigt oder weitgehend unbenutzbar.

Das gesamte Übertragungsnetz war 5.400 km lang mit einem 92.000 km langen lokalen Verteilnetz. Das zentrale Rückgrat der Elektrizitätsversorgung bildete ein 800 km langes 400-kV-Übertragungsnetz mit acht Verteilstationen, das mit Kroatien, Montenegro und Serbien verbunden war. Diese Verbindungen wurden während des Konflikts zu 60 % beschädigt. Der

Energiebereich wird in drei Stufen wieder aufgebaut:

- Power I, Notprogramm zur Stromversorgung
- Power II, Rehabilitation der Versorgung mit elektrischer Energie

Diese beiden Stufen sind abgeschlossen.

Lahmeyer International (LI) wurde im Juni 2002 von der Weltbank mit Beratungsleistungen für die dritte Stufe (Power III) beauftragt. Dieses Projekt wird durch einen Kredit der Weltbank finanziert und umfasst die Rehabilitierung des beschädigten 110/220- und 400-kV-Übertragungsnetzes sowie die Rehabilitierung der Wasserkraftanlage Rama.

Hierfür erbringt LI die technischen Spezifikationen und erstellt die Angebotsunterlagen im Rahmen einer internationalen Ausschreibung. Die dortigen Energieversorgungsunternehmen Elektroprivreda Bosne i Hercegovine (EP-BiH), Elektroprivreda Hrvatske Zadjednice Herceg-Bosne (EP-HZHB) und Elektroprivreda Republike Srpske (EP-RS) werden während der Angebotsphase bei der Auswertung und den Vertragsverhandlungen sowie der späteren Bauüberwachung unterstützt.

Zu den Leistungen von LI für insgesamt elf Freileitungen mit unterschiedlichem Design gehören:

- Der Wiederaufbau und die Behebung von kriegsbedingten Zerstörungen,
- die Minenräumung an betroffenen Trassen und Zufahrtsstraßen, Klärung der Wegerechte,
- die Wiederherstellung vorhandener und Errichtung neuer Masten (einschließlich der Gründungen),
- der Abbau und Ersatz beschädigter Leiterseile einschließlich aller Komponenten wie Isolatorketten und Armaturen,
- die Installation neuer Lichtwellenleiter für das beschädigte 400-kV-Übertragungsnetz und
- das Clearing der Maststandorte.

Mit Abschluss der Arbeiten wird bis Ende April 2005 eine durchgängige Elektrizitätsversorgung in

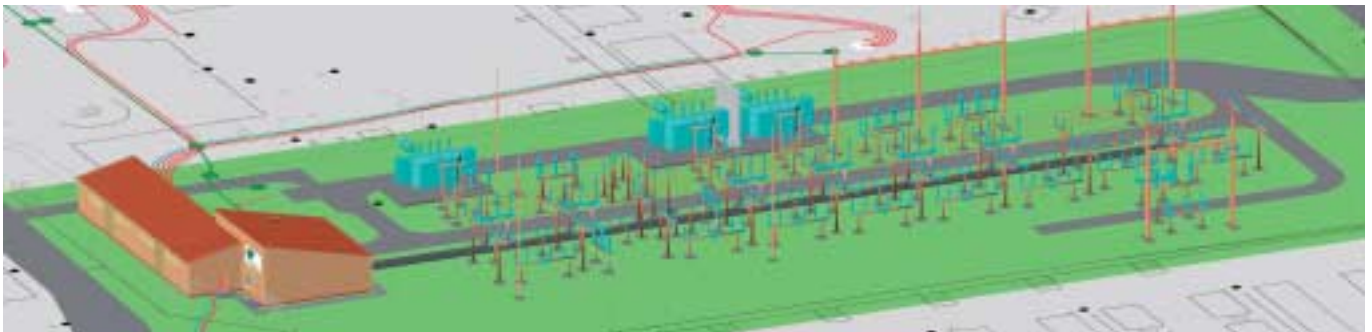


Bosnien-Herzegowina und seinen Zentren Sarajevo, Mostar und Banja Luka sowie der Anschluss an das UCTE-Netz gesichert sein.

Joachim Lezim

## DEUTSCHLAND

### Neubau des 110/15-kV-Umspannwerkes Dessau-Alten



Modell des neuen Umspannwerkes Dessau-Alten, das voraussichtlich 2006 in Betrieb geht

Im Frühjahr 2004 wurde Lahmeyer International (LI) mit der Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung für den Neubau des 110/15-kV-Umspannwerkes (UW) Dessau-Alten von der Dessauer Stromversorgung GmbH (DSV) beauftragt.

Der Auftrag beinhaltet die Planungsleistungen für die Errichtung einer 110-kV-Freiluftschaltanlage, einer neuen 15-kV-SF<sub>6</sub>-gasisolierten Doppelsammelschienenanlage mit Schaltanlagegebäude und elektrischem Schutz, der Steuerung sowie Fernwirkan-

bindung des UW an die zentrale Netzleitstelle der Stadtwerke Dessau.

Die Hauptkomponenten der neuen Anlage sind:

- 110-kV-Freileitungsanbindung, vier Leitungen
- 110-kV-Freiluftschaltanlage, neun Schaltfelder
- 15-kV-SF<sub>6</sub>-Schaltanlage, 31 Schaltfelder
- 110/15-kV-Transformatoren, 2 x 40 MVA
- 110/15-kV-Transformator, 1 x 31,5 MVA

- E-Spulenanlage
- UW-Eigenbedarfsanlagen
- Elektrischer Schutz und Steuerung
- Schaltanlagenleit- und Fernwirktechnik
- Schaltanlagegebäude

Die neuen Anlagen werden auf dem Gelände des UW neben der alten Freiluftschaltanlage errichtet.

Die Bearbeitung der Projekte erfolgt hauptsächlich im Dresdener LI-Büro. Bisher wurden folgende Leistungen erbracht:

- Entwurfs- und Genehmigungsplanung
- Erstellung einer EU-weiten Ausschreibung
- Angebotsvergleich und Erstellung eines Vergabevorschlages
- Mitwirkung bei der Vergabe

Für die Bauplanung hat LI ein lokales Ingenieurbüro aus Dresden beauftragt.

Während der Ausführungsphase

werden von LI folgende Ingenieurleistungen erbracht:

- Planprüfung
- Bauüberwachung, Termin- und Kostenkontrolle für die gesamte Baumaßnahme
- Überwachung der Inbetriebnahme
- Durchführung von Abnahmen
- Kontrolle der Enddokumentation

Eine besondere Herausforderung stellt die Koordinierung der

Inbetriebnahme dar. Während der Umschlussarbeiten von der alten auf die neue Schaltanlage dürfen keine Unterbrechungen in der Energieversorgung auftreten. Diese Aufgabe erfordert eine genaue Koordinierung aller Beteiligten, da das UW Dessau-Alten den zentralen Netzknotenpunkt zwischen dem Stadtgebiet und dem überregionalen Energieversorger darstellt.

Klaus-Uwe Huhnke

## GEORGIEN

# SCADA/EMS und Kommunikationssystem für das Hochspannungs-Übertragungsnetz

Von der Georgian State Electrosystem (GSE) erhielt Lahmeyer International (LI) im Juli 2004 den Auftrag zur Erstellung von Ausschreibungen für ein SCADA/EMS-System und Kommunikationseinrichtungen für das Übertragungsnetz der GSE mit 500-kV-, 220-kV- und 110-kV-Umspannwerken sowie der Einbindung der Einrichtungen zur Messung der zwischen GSE und den Partnern ausgetauschten Energiemengen.

LI wird auch bei der Auftragsvergabe an Lieferanten, im Projektmanagement und Controlling, der Qualitätskontrolle von Lieferungen, der Überwachung der Installation

und Inbetriebnahme der Systeme sowie der Abnahme beteiligt sein. Nach Überprüfung und Anpassung der vorläufigen Planungsstudien werden die Ausschreibungsunterlagen erstellt.

Das Projekt dient der Weiterführung der Kommerzialisierung der GSE im Rahmen eines umfangreichen Reformprogramms im Energiesektor Georgiens. Das Ziel ist die Entbündelung von Erzeugung, Übertragung und Verteilung zur Entwicklung eines liberalisierten Energiemarktes. Die Finanzierung kommt von der Weltbank und anderen internationalen Organisationen.

Das Netzleitsystem wird neben SCADA-Funktionen zur Überwachung und Steuerung der 39 Umspannwerke und Kraftwerke auch Energiemanagement-Funktionen und Module zur Berechnung der Netzsicherheit erhalten.

Für die Kommunikation sollen neben neuen Richtfunkverbindungen und neuen eigenen Glasfaserverbindungen auch vorhandene Übertragungskapazitäten auf Glasfasern anderer Betreiber genutzt werden.

Walter Buckow,  
Dr. Siegmund Leutloff

## IRAN

# 30-MW-Windpark in Manjil

Lahmeyer International ist gemeinsam mit dem iranischen Ingenieurunternehmen Moshanir beauftragt, die technische und finanzielle Machbarkeitsstudie für einen 30-MW-Windpark bei Manjil in der Provinz Gilan zu erstellen. Die japanische Regierung unterstützt das Projekt durch die Zusage eines 60-Mio.-US-Dollar-Kredits.

Manjil liegt ca. 220 km nordöstlich von Teheran und 80 km südlich des Kaspischen Meers in der Provinz Gilan. Die Windverhältnisse

sind geprägt durch durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von ca. 6 m/s (40 m Messhöhe) in den Wintermonaten und durch ausgezeichnete Windbedingungen in den Sommermonaten. Der starke Nordwind in den Monaten von Mai bis September mit mittleren Windgeschwindigkeiten von 14 m/s (40 m Messhöhe) und mehr lässt sich durch die lokalen klimatischen und geografischen Verhältnisse erklären. Durch die unterschiedliche Temperaturverteilung über dem Kaspischen Meer und den südlich

davon liegenden Landmassen entsteht gerade in den Monaten starker Sonneneinstrahlung ein See- wind. Zu einem zusätzlichen Düsen- effekt kommt es durch ein in Nord- Süd-Richtung lang gezogenes Tal und die plötzliche Verengung in der Nähe der Stadt Manjil, die zu ausgesprochen hohen Windgeschwindigkeiten führen.

In den letzten Jahren wurden in Manjil zwei Windparks in Betrieb genommen, die zurzeit erweitert werden. Bereits 1995 wurden mit



Rotorblattfertigung im Iran

Unterstützung der Global Environment Facility (GEF) ein 10,1-MW-Park mit 300-kW- und 500-kW-Turbinen installiert. In einem anderen Park direkt in der Nähe des Stausees von Manjil wurden weitere Anlagen auch von iranischen Herstellern installiert.

Mit dem Ziel, die Wertschöpfung für Industrieprodukte im eigenen Land zu erzielen, wurden vom Iran Aktivitäten im Bereich Windindustrie initiiert.

Unter dem Dach eines iranischen Konzerns konzentriert sich

ein Unternehmen auf die Herstellung von Windkraftanlagen. Das Unternehmen hat mit dem internationalen Marktführer einen Vertrag zur technischen Zusammenarbeit und zum Technologietransfer mit einem Volumen von 25 Mio. Euro abgeschlossen. In enger Zusammenarbeit der Partner wird in dem iranischen Unternehmen eine 660-kW-Windenergieanlage gefertigt.

Bert Hagenkort

## KOREA

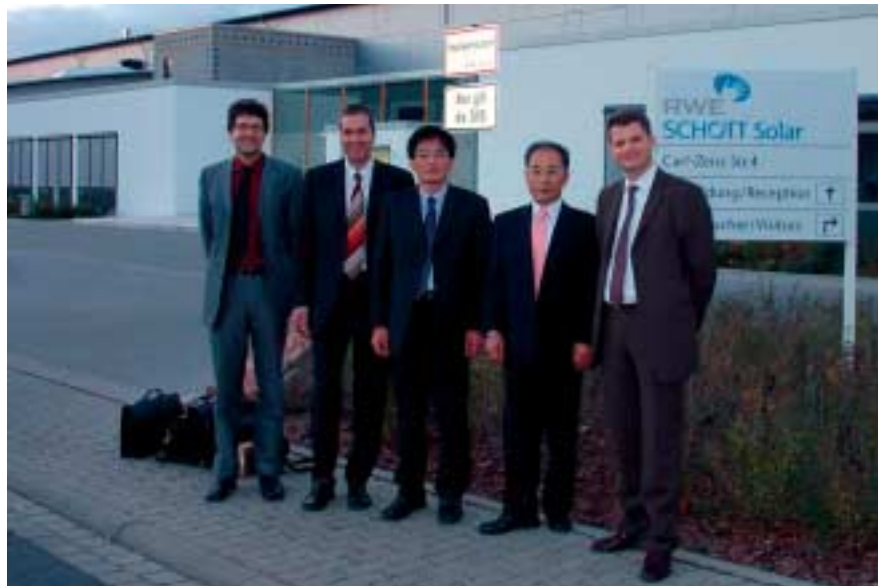
### Beratung zum Einstieg in den Bereich Fotovoltaik

Mit dem Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien bis 2011 auf 5 % des Primärenergieanteils zu steigern, trat 2003 in Korea ein dem deutschen Pendant sehr ähnliches Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Kraft. Um den hierzu erforderlichen Kapazitätsausbau von jährlich rund 20 % zu erreichen, soll neben Biomasse und Windenergie u.a. der Bereich Fotovoltaik (PV) entwickelt werden.

Der Markt für PV ist in Korea mit derzeit rund zwei MW, im Vergleich zu Deutschland mit ca. 250 MW neu installierter Leistung pro Jahr, noch sehr klein. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich das Marktvolumen bis 2006 durch die im koreanischen EEG geregelte Vergütung und Investitionskostenzuschüsse auf 40 MW erweitert.

Lahmeyer International wurde im Oktober 2004 von dem koreanischen Konzern Dongbu, Seoul, als Berater für den Einstieg des Konzerns in den koreanischen Fotovoltaik-Markt hinzugezogen, um zunächst den europäischen Markt zu studieren und Kontakte zu möglichen Partnern zu knüpfen. Der Konzern ist unter anderem Anbieter von Werkstoffen und chemischen Produkten.

Stimuliert durch das EEG wuchs das Marktvolumen in Deutschland in



Dr. Jeong, Dr. Yeo und Vertreter von RWE Schott Solar in Alzenau

den vergangenen Jahren um 30–40 % jährlich. In diesem stark wachsenden Markt und bei jährlich um mehr als 5 % fallenden Preisen konnten sich neue Unternehmen erfolgreich positionieren. Einige bieten die gesamte Wertschöpfungskette von der Siliziumproduktion bis hin zur fertig installierten PV-Anlage, andere spezialisierten sich auf die Solarzellenproduktion oder die Systemintegration. Mit beiden Strategien ist es möglich, auf dem inzwischen sechs Mrd. Euro großen PV-Weltmarkt zu wachsen.

Nach intensiver Zusammenarbeit, erfolgreichen Gesprächen und Projektbesichtigungen liegen für unseren koreanischen Kunden konkrete Angebote zur Zusammenarbeit mit Unternehmen der europäischen PV-Industrie vor. Ferner konnte eine Delegation von Dongbu wichtige Grundlagen für die Planung von Strategien und Joint Ventures mit nach Korea nehmen.

Werner Klaus



# 690-MW-Wasserkraftanlage Kárahnjúkar



Raise-Bore-Maschine im Einsatz für die Herstellung der Druckschächte

Die nationale isländische Elektrizitätsgesellschaft Landsvirkjun baut im Nordosten Islands die derzeit größte Wasserkraftanlage des Landes, mit einer Gesamtleistung von 690 MW.

Der zukünftige Stausee Háslón hat ein Fassungsvermögen von 2100 Mio. m<sup>3</sup> und wird durch einen 193 m hohen Steinschüttdamm mit Außenhautdichtung aus Beton sowie zwei Satteldämmen abgesperrt. Das Wasser wird über einen ca. 40 km langen Stollen, zwei vertikale, gepanzerte Druckschächte mit einer Länge von 415 m zugeleitet und anschließend in sechs Francis-Turbinen mit einer Leistung von je 115 MW abgearbeitet. Die elektromechanische Ausrüstung wird in zwei Kavernen untergebracht. Diese werden über einen ca. 1 km langen Zufahrtsstollen erreicht. Nach Passieren der Turbinen fließt das Wasser durch einen ca. 1,3 km langen Stollen über einen offenen Kanal in den Fluss Jökulsá i Fljótssdal.

Die erzeugte elektrische Energie wird durch einen ca. 1 km langen Stollen einer Umspannstation zugeführt und geht von dort mithilfe einer neuen, im Bau befindlichen Hochspannungsleitung an die Endverbraucher.

Der erzeugte Strom wird für die Aluminiumproduktion genutzt. Dazu wird in der nahe gelegenen Hafens-

stadt Reyðarfjörður fast zeitgleich ein neues Aluminiumwerk errichtet.

Im August 2003 erhielt Lahmeyer International als Federführer in Zusammenarbeit mit den vier einheimischen Partnern Hönnun, Almenna, VSO und Rafhönnun den Auftrag, die Bauüberwachung für alle Bauwerke des Bauloses KAR-15, ausgehend vom Beginn der Druckschächte bis zur Einleitung des Triebwassers in den Fluss, zu erbringen. Die Bauarbeiten dieses Loses werden von Fosskraft ausgeführt, einer Arbeitsgemeinschaft mit Hochtief als Federführer und drei einheimischen Baufirmen.

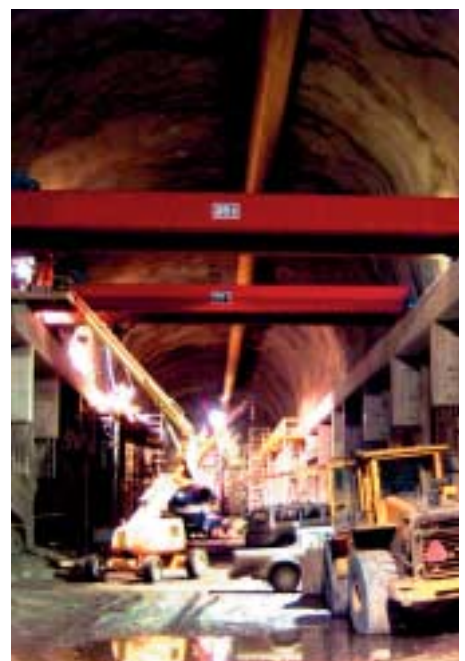
Die Arbeitsbedingungen ca. 300 km unterhalb des Polarkreises verlangen von Mensch und Maschine erhebliche Anstrengungen und unermüdlichen Einsatz bei jedem Wetter. Trotz der teilweise widrigen Wetterbedingungen konnte bisher im Los KAR-15 ein enormer Baufortschritt erzielt werden.

Im Oktober 2003 wurde der Zufahrtsstollen zu den Kavernen angeschlagen. Alle untertägigen Bauwerke, mit Ausnahme der im Raise-Bore-Verfahren ausgeführten Druckschächte, wurden im Sprengverfahren hergestellt. Sämtliche Ausbruchsarbeiten werden bis Dezember 2004 fertig gestellt sein. Einzelne Bauwerke liegen terminlich sechs bis acht Monate vor dem geplanten Fertigstellungstermin.

Zu den guten Arbeitsfortschritten haben unter anderem ein hoher Mechanisierungsgrad sowie die Parallelisierung von Arbeitsvorgängen beigetragen. Spritzbetonarbeiten wurden mit mehrarmigen Spritzrobotern in Stahlfaserspritzbeton ausgeführt. Das Auffahren der beiden Druckschächte im Raise-Bore-Verfahren mit rund 4 m Ausbruchsdurchmesser wurde in nur fünf Monaten (zweieinhalb Monate pro Schacht) ausgeführt.

Die erste Stromerzeugung ist für April 2007 vorgesehen. Die Wasserkraft leistet dann einen außerordentlichen Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung Islands und zur Verbesserung der Infrastruktur.

Rolf-Günter Köhn,  
Gunnar Gudmundsson



Bauzustand der Maschinenkaverne im September 2004

## BURKINA FASO

Festakt zur „Ankunft des Wassers vom Ziga-Stausee“  
in Ouagadougou

Mit großem Aufwand und im Beisein des Staatspräsidenten von Burkina Faso fanden am 10. Juli 2004 die Feierlichkeiten zu der bedeutendsten Phase des Ziga-Projektes statt: Zum ersten Mal erreichte Wasser aus dem Ziga-Stausee die Hauptstadt.

Ein kurzer Rückblick auf die Projektgeschichte verdeutlicht die Aufmerksamkeit, welche dieses symbolische Ereignis in den lokalen Medien und der Bevölkerung erregte.

Dank der Finanzierung durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Jahre 1984 wurden durch Lahmeyer International (LI) erste Studien zur Wasserversorgung von Ouagadougou durchgeführt. Dennoch konnte die Ausführungsplanung der Hauptleitung durch LI erst 1994 bis 1996 und der Bau 1998 beginnen.

Das Hauptproblem für den Verzug war die Finanzierung von damals 107 Milliarden CFA-Franc (163 Millionen Euro) durch 12 verschiedene internationale Entwicklungsbanken mit ihren unterschied-



Alle freuen sich über das Wasser des Ziga-Stausees

So fanden sich am Festtag etwa 10 000 Menschen an der künftigen Haupt-Pumpstation ein. Dieser Platz war für die geladenen Gäste mit einem großen runden Bassin und Fontäne in der Mitte sowie Tribünen und Zelten hergerichtet.

Die Feier wurde mit Musik, traditionellen und modernen Tanzdarbietungen, Festreden und der Auszeichnung von Unternehmen,

die zum Erfolg des Projektes beigetragen haben und teilweise auch weiterhin beitragen werden – darunter auch LI –, begangen.

Den Höhepunkt bildete die Öffnung der Absperrklappe der Fernleitung mit einer zehn Meter hohen Fontäne durch den Staatspräsidenten Blaise Compaoré.

Noch ist das Wasser des Ziga-Stausees nicht beim Verbraucher angekommen und es sind noch zwei bis drei Jahre nötig bis alle geplanten neuen Pumpstationen, Wassertürme, Verteilungsleitungen und Hausanschlüsse gebaut sind. LI, das für die Bauüberwachung und technische Begleitung des Projektes verantwortlich ist, wird somit noch einige Zeit vor Ort tätig sein.



Der Staatspräsident Blaise Compaoré, der die Ziga-Fernleitung einweihete

Harald Hechler

lichsten Kreditkonditionen. Für Burkina Faso ist das auch heute noch eine Rekordsumme für ein Projekt.

Der Wassermangel in der Hauptstadt ist chronisch, mit immer häufiger auftretenden Notstandskrisen am Ende einer Trockenzeit. Dass es in den letzten 20 Jahren keine größeren Verbesserungen am Wasserversorgungssystem gegeben hat, macht die Dringlichkeit der Situation besonders deutlich.

#### Technische Daten des Ziga-Projektes

Einzugsgebiet des Ziga-Dammes	20.800 km <sup>2</sup>
Stauraum	200 Millionen m <sup>3</sup>
Hochwasserentlastung	2.400 m <sup>3</sup> /s
Fernleitung DN 1000	43 km Länge
Wasseraufbereitungsanlage und Pumpstationen	4 500 m <sup>3</sup> /h
Wassertürme	8 x 2000 m <sup>3</sup>
Haupt-Verteilungsnetze	54 km DN 300 bis DN 900
Verteilungsnetze	103 km DN 100 bis DN 300
neue Hausanschlüsse	50.000 Stück
geschätzte Projektkosten 2004	230 Millionen Euro

# Vorstudie für den Neubau des Pumpspeicherwerkes Waldeck I

Das 1932 in Betrieb gegangene Pumpspeicherwerk Waldeck I liegt stromabwärts der Edertalsperre, in der Nähe von Kassel, und ist heute im Besitz der E.ON Wasserkraft GmbH. Bei einer Fallhöhe von rund 297 m besitzen die vier Pumpspeichersätze zusammen eine installierte Turbinenleistung von 140 MW. Alle Maschinensätze haben nach über 70 Betriebsjahren das Ende ihrer Lebensdauer erreicht, so dass der Bau eines neuen Schachtkraftwerkes erwogen wird. Neben einer neuen, vertikal angeordneten Pumppturbine sollen voraussichtlich zwei Turbinen der Altmaschinen zur Bereitstellung von Minutenreserve rehabilitiert werden.

Als Grundlage für die Investitionsentscheidung der E.ON Wasserkraft GmbH erstellte Lahmeyer International zwischen Mai und August 2004 die Vorstudie für das neue Schachtkraftwerk mit 70 MW, alternativ 50 und 90 MW, installierter Turbinenleistung sowie für die erforderlichen Rehabilitationsarbeiten am bestehenden Oberbecken und an den Altturbinen.



Das Krafthaus und die Druckrohrleitungen des bestehenden Pumpspeicherwerkes Waldeck I

Der Standort des neuen Kraftwerksschachtes liegt unmittelbar neben dem alten Krafthaus. Der Entwurf führt durch die geradlinige Anbindung an die vorhandenen Verteilrohrleitungen zu minimalen hydraulischen Verlusten, erlaubt aufgrund der rechtwinkligen Anordnung

der druck- und saugseitigen Wasserwege eine sehr kompakte Grundrissgestaltung, besitzt durch eine unveränderte Zugänglichkeit bestehender Anlagenteile betriebs-technische Vorteile und eine große Flexibilität bei der Gestaltung von Saugschacht und Auslaufbauwerk.

Der geplante Kraftwerksschacht hat einen Durchmesser von 17 m und wird bis auf eine Tiefe von 35 m niedergebracht, um die erforderliche Saughöhe von -25 m für die 70-MW-Pumpturbine sicherstellen zu können. Weiterhin können Teile der Freiluftschaltanlage, die gemeinsam mit dem Pumpspeicherwerk Waldeck II genutzte Unterbecken und, nach der Rehabilitation, auch das Oberbecken weiter verwendet werden.

Mit dem vorgelegten Konzept wurde eine technisch ausgezeichnet realisierbare Lösung gefunden, die vorhandene Anlagenteile bestmöglich nutzt und damit zu einer kostengünstigen Realisierung beitragen wird. Eine reibungsfreie Planung und Ausführung vorausgesetzt, wäre der kommerzielle Betrieb der neuen Anlage ab Frühjahr 2009 möglich.

Dr. Volker Spork



Die Maschinenhalle aus dem Jahr 1932

## JORDANIEN

# Mujib Talsperre



Mujib Talsperre mit Volleinstau

Die Mujib Talsperre liegt etwa 100 km südlich von Amman am Wadi Mujib und dient Bewässerungszwecken. Die Talsperre, die von der Jordan Valley Authority in Amman betrieben wird, hat eine Höhe von 67 m und eine Kronenlänge von 764 m, wovon die mittleren 466 m aus Walzbeton bestehen. Die Hochwasserentlastung erfolgt mittels einer getrepten Schusssrinne über die Walzbetonmauer.

Mit dem Bau des Projektes wurde im Januar 1999 begonnen. Es wurde im Dezember 2003 fertig gestellt und am 12. April 2004 von König Abdullah II eingeweiht.

Als Lahmeyer International 1998 in das Projekt eintrat, waren die Bauverträge bereits unterschrieben. Nach Überprüfung des Ausschreibungsentwurfes durch LI wurden folgende Entwurfsanpassungen eingeleitet:

- Änderung der Walzbetonrezeptur von hohem zu niedrigem Zementanteil
- Ausführung des Tosbeckens im Felsaushub, ohne die geplante Betonsohle
- Einführung von Steinschüttdämmen mit Tonkern an beiden Flanken, um eine über dem Talboden austretende, weiche Tonsteinschicht zu überbrücken

- Krümmung der Talsperrenachse im Bereich des linken Widerlagers zwecks Verbesserung der Gründungs- und Anschlussbedingungen

Insgesamt wurden 660.590 m<sup>3</sup> Walzbeton und je 26.000 m<sup>3</sup> wasserseitiger Oberflächenbeton und Mörtelbett eingebaut. Für die Schüttdammflanken wurden 1,3 Mio. m<sup>3</sup> Material verwendet. Das maximale Hochwasser beträgt 5840 m<sup>3</sup>/s und führt zu einem spe-

zifischen Abfluss von 19,5 m<sup>3</sup>/s/m über den Mauerrücken.

Die Entwurfsänderungen sind zum großen Teil die Folge der geologischen und geotechnischen Standortbedingungen, welche im Falle der Mujib Talsperre erst im Laufe der Bauausführung im Detail bekannt wurden. Des Weiteren war es notwendig, die Betonmischung im Hinblick auf die vorhandenen Zuschläge, den verfügbaren Zement, die klimatischen Bedingungen und die anzusetzenden Beanspruchungen zu optimieren.

Wegen des bereits verbindlichen Bauvertrages musste die Anpassung des Entwurfes unter größtem Zeitdruck durchgeführt werden. Eine solche Situation führt zwangsläufig zu vertraglichen Problemen.

Die unabdingbare Notwendigkeit einer gründlichen geologischen und geotechnischen Erkundung im Vorfeld des Baus einer Talsperre hat sich damit wiederum bestätigt.

Bernhard Stabel



Mujib Talsperre mit Teileinstau

## MOSAMBIK

## Strategiepläne für sieben Städte

Für die Städte Maputo, Matola, Beira, Dondo, Nampula, Pemba und Quelimane wurden von Lahmeyer International (LI) Oberflächenentwässerungs-, Abwasser- und Abfallkonzepte erstellt sowie Vorschläge zur Institutionenentwicklung erarbeitet.

Seit dem Ende des langjährigen Bürgerkriegs 1991 werden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Basisinfrastruktur in Mosambik auf einem Minimalniveau zu rehabilitieren. Die Entwicklungspolitik der mosambikanischen Regierung konzentriert sich seit Ende der neunziger Jahre auf die anspruchsvolle Aufgabe, mittel- und langfristige Perspektiven für den effizienten Infrastrukturausbau und die Verbesserung der Dienstleistungsqualität zu erarbeiten, unter Berücksichtigung der äußerst limitierten finanziellen und fachlichen Ressourcen.

Das Projekt ist Teil des First National Water Development Project (1998-2003), das von der Regierung Mosambiks mit der Unterstützung der Weltbank und anderen Entwicklungshilfeorganisationen durchgeführt wird. In den ersten Jahren konzentrierten sich die Aktivitäten auf das Management von Wasserressourcen und die Verbesserung der Wasserversorgung. Der Auftrag für das anspruchsvolle und komplexe Vorhaben wurde vom National Directorate of Water des Ministry of Public and Housing, Maputo, im Oktober 2002 an ein Konsortium deutscher Planungs- und Beratungsunternehmen unter Federführung von LI vergeben.

Die Strategieplanungen für die Entsorgungsinfrastruktur der wichtigsten Städte Mosambiks, die mit einer Bevölkerung von mehr als 3 Millionen ca. 50 % der urbanen Bevölkerung des Landes erfassen, berücksichtigen einen Zeitraum von 15 Jahren (2003–2017) und umfassen folgende Bereiche:

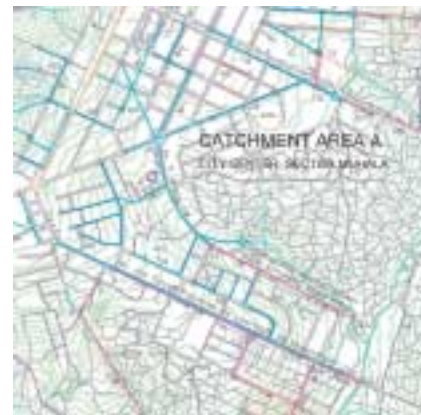
- Oberflächenentwässerung
- Abwasser- und Fäkalienentsorgung
- Sammlung und Deponierung von kommunalen Abfällen
- Entsorgung von Sonder- und Krankenhausabfällen

In drei Projektphasen wurden folgende Hauptkomponenten bearbeitet und geplant:

- Bestandserfassung, Dokumentation und Analyse aller Bereiche in allen Städten unter Berücksichtigung vorhandener Planungen und Projekte in der Durchführung, z. B. Wasserversorgung
- Analyse der Stadtentwicklungspläne, Bevölkerungsentwicklung, Flächennutzungen
- Sofortmaßnahmen
- Sozioökonomische Untersuchungen
- Entwicklungsplanungen, Vergleiche von Alternativen für den Ausbau der technischen Infrastruktur auf dem Niveau von Machbarkeitsstudien
- Untersuchungen von Verbesserungsmöglichkeiten der Dienstleistungsqualität und Reorganisation verantwortlicher städtischer Institutionen, Optionen der Einbeziehung der Privatwirtschaft
- Kostenschätzungen und Budgetplanungen für die Durchführungsphasen von zwei, fünf und acht Jahren
- Finanzanalysen und Tarifsysteme

Vertreter des National Directorate of Water wurden kontinuierlich und intensiv in den Bearbeitungsprozess eingebunden. In den Städten waren multidisziplinäre Arbeitsgruppen unter dem Vorsitz des jeweiligen Bürgermeisters als Partner in den Planungsprozess involviert.

Die Strategieplanung hat für den Planungszeitraum für alle Städte über 200 weitere Projekte (80 Planungs- und Beratungsprojekte und 120 Rehabilitierungs- und



Entwurfsplanung für die Rehabilitierung und den Ausbau der Oberflächenentwässerung im Zentrum von Nampula

Ausbauprojekte) definiert, strukturiert, vorgeplant, die jeweiligen Kosten geschätzt und in sektoralen Budgetplänen zusammengestellt.

Die Kosten liegen bei über 250 Mio. US-Dollar, wobei hervorzuheben ist, dass konsequent den günstigsten Lösungen der Vorzug gegeben wurde. Bei der Oberflächenentwässerung sind lediglich die Hauptkanäle erfasst. Für die Abwasserentsorgung werden in zwei Städten die Kanalisationssysteme rehabilitiert und ausgebaut; ca. 500.000 Einwohnergleichwerte (EGW) von den geschätzten 4,3 Mio. Gesamtbevölkerung der wichtigsten Städte im Jahr 2017.

Nach Abschluss der Arbeiten im August 2004 bereitet der Kunde die Durchführung der Phasen 1 und 2 mit zwei und fünf Jahren vor.

Rolf Koch



Entwurfsplanung der Hauptkomponenten der neuen Trennkanalisation im Zentrum von Maputo

## SUDAN

## Grundlagenvermessungen für das Merowe Staudamm Projekt



GPS-Messung auf einem von 200 Neupunkten

Über den 4. Nil-Katarakten entsteht in den nächsten sieben Jahren der Merowe Damm. Dieser gilt als Schlüsselbauwerk für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung des Nord-Sudan.

Lahmeyer International (LI) ist seit 2000 von der Merowe Dam Project Implementation Unit (MDPIU) des Ministry of Irrigation and Water Resources, Khartoum, mit der Durchführung umfangreicher Vermessungsleistungen im Rahmen des Merowe Damm-Projektes beauftragt. Mitte 2003 erhielt LI den Auftrag zur Durchführung von Grundlagenvermessungen für die Planung und Bauausführung des Projekts.

Die Grundlagenvermessungen umfassen die Errichtung eines großräumigen Festpunktnetzes und die bathymetrische Vermessung des Nils. Das neue Festpunktnetz sollte eine Lage- und Höhengenaugkeit im Zentimeterbereich erreichen, angesichts der örtlichen Verhältnisse eine sehr anspruchsvolle Vorgabe.

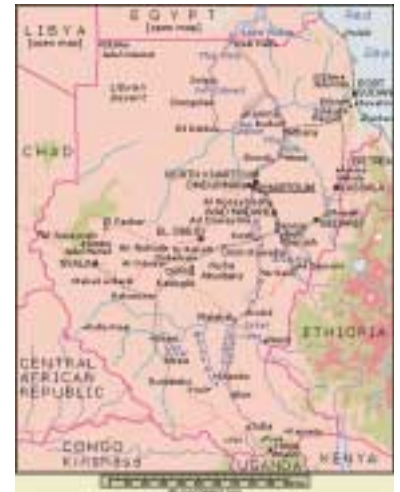
Das aus 200 Neupunkten bestehende Festpunktnetz erstreckt sich von Abu Hamed flussabwärts nach Dongola über eine Länge von 600 km entlang des Nils. Zur Vermarkung der Festpunkte dienten speziell dafür hergestellte Betonpfeiler mit 3-D-Marke. Wegen der hohen Genauigkeitsanforderung an die Neupunkte wurden verschiedene Messverfahren zur Koordinatenbestimmung angewandt: Das statische DGPS-Verfahren zur Bestimmung der Lagekoordinaten und die Präzisionsnivellements zur Höhenbestimmung.

Während der 42 Messtage der DGPS-Kampagne wurden 1,3 GB an Rohdaten zur Bestimmung der 1044 Basislinien gewonnen. Die Präzisionsnivellements erfolgten mit digitalem Nivellieren. In dem unwirtlichen Terrain des Projektgebietes wurden dabei ca. 2000 km zu Fuß bei Temperaturen von teilweise über 50° C zurückgelegt.

Bei der Auswertung der Messdaten zeigte sich, dass die hohen Anforderungen in Bezug auf Genauigkeit nicht nur eingehalten, sondern sogar noch weit übertroffen wurden. Mit dem fertig gestellten Festpunktnetz verfügt das Merowe Dammprojekt über ein homogenes, hochgenaues und dauerhaft vermarktes Vermessungsnetz, welches zukünftigen Anforderungen und Aufgaben in jeder Hinsicht gewachsen ist.

Die bathymetrische Vermessung der Nils im Projektgebiet umfasste insgesamt 312 Querprofile in einem mittleren Abstand von ca. 2 km. Die mittlere Profildbreite beträgt ca. 1 km. Im zukünftigen Stauseebereich variiert die Breite zwischen 2 und 10 km. Bei der Profilerstellung kamen drei Verfahren zum Einsatz. Mit GPS-gestützten Echolot-Messungen wurde das Flussbett bestimmt, RTK-GPS-Verfahren dienten zur Aufnahme der Insel- und Uferzonen und im Stauseebereich wurde zusätzlich in den Uferzonen auf ein bestehendes Geländemodell zurückgegriffen.

Die Vermessung stellte wegen des hohen logistischen Aufwands, der Unzugänglichkeit der Uferzonen, der vielen Stromschnellen und der



Lage des Projektgebietes

dicht unter der Wasseroberfläche durchgehend auftretenden Felsen sehr große Herausforderungen an das Projektteam und die Ausrüstung. Die Messungen erfolgten in der Hochwasserzeit, um den 4. Katarakt beim höchsten Wasserstand aufnehmen zu können. Doch selbst dann waren viele Passagen nur unter großen Schwierigkeiten zu befahren.

Demgegenüber fanden die Ufervermessungen während der Niedrigwassersaison des Nils statt, um eine Überschneidung zwischen Echolot- und RTK-GPS-Messungen zu erreichen.

Mit Abschluss der Auswertung der Rohdaten und der Erstellung des Flussprofils liegen erstmals detaillierte Informationen über die Topografie des Nilflussbetts zwischen Abu Hamed und Dongola vor.

Leonhard Weimper



Überwindung des 4. Katarakts

## KROATIEN

## Modernisierung des Eisenbahnkorridors Vc

Zur Verbesserung der europäischen Transportkorridore wird der Eisenbahnkorridor Vc, der in Nord-Süd-Richtung durch kroatisches Territorium verläuft, rehabilitiert und modernisiert.

Die beauftragten Streckenabschnitte, die für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/Stunde ausgebaut werden, verlaufen knapp 123 km teilweise analog zum Hauptkorridor des Pan-Europäischen Korridor Vc. Im Nordosten werden Beli Manastir über Osijek mit Slavonski Samac und Metkovic mit dem Hafen Ploce an der Adria im Süden verbunden.

Die gesamten Projektkosten für die Erneuerung dieser Eisenbahnanlagen belaufen sich auf 96,62 Mio. Euro, wovon die Europäische Investitionsbank (EIB) der Republik Kroatien 40 Mio. Euro als Kredit zur Verfügung stellt. Lahmeyer International (LI) wurde am 26. Juli 2002 gemeinsam mit deutschen und kroatischen Partnern von der kroatischen Eisenbahn mit Beratungsleistungen für Gleisarbeiten, Bahnstationen, Tunnel, Brücken sowie Signaltechnik, Telekommunikation und Fahrleitungen beauftragt.

Die wesentlichen Aufgaben von LI und seinen Partnern bestehen in der Prüfung bestehender Planungs- und Ausführungszeichnungen, der Mitwirkung bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, Ange-

Das kroatische Eisenbahnnetz mit dem Korridor Vc von der ungarischen zur Grenze nach Bosnien-Herzegowina sowie von der Grenze Bosnien-Herzegowinas zur Adriaküste



botsauswertung, Oberbauleitung und der Erstellung von Berichten.

Die Bauarbeiten umfassen die Erneuerung der Gleisanlagen mit teilweise neuer Trasse, die Erneuerung bzw. Instandsetzung von Brücken, Tunnel und Bahnstationen. Im Elektro, Energie- und Kommunikationsbereich sind vorgesehen:

- Die Erneuerung der Elektroenergieanlagen,
- die Elektrifizierung des Streckenabschnittes Beli Manastir nach Strizivojna/Vrpolje,
- neue Fahrleitungen im Streckenabschnitt Strizivojna/Vrpolje – Samak und Metkovic – Ploce,
- die Errichtung eines Niederspannungsnetzes für Bahn-

stationen einschließlich Beleuchtung,

- die Installation von automatischen Bremsenrichtungen an Bahnübergängen,
- die Errichtung eines Eisenbahn-Telefonnetzes,
- Installation von Glasfaserkabel entlang der gesamten Strecke,
- Einführung des ferngesteuerten Zugverkehrs mittels GSM-R und UHF-Netz in den Hauptbahnhöfen.

Die Bauarbeiten am Südtail des im Juni 2002 begonnenen Projekts wurden im Juni 2004 fertig gestellt. Der Beginn der Bauarbeiten des Nordteils ist für Mitte 2005 vorgesehen. Voraussichtlich wird das Projekt Ende 2006 abgeschlossen sein.

Dieter Krüger

## GRIECHENLAND

## Metro-Depot Stavros in Athen

Das Depot Stavros liegt am Ende der Metro-Linie 3 in Richtung des Athener Flughafens. Es musste vor den Olympischen Spielen in Athen im August 2004 fertig gestellt sein, um die Leistungsfähigkeit des öffentlichen Nahverkehrs zwischen dem Flughafen und der Stadt Athen zu verbessern. Lahmeyer International war im Jahr 2002 von der Themeliodomi S.A. mit der baulichen und elektromechanischen

Das Depot Stavros in der Bauphase



Ausführungsplanung beauftragt worden.

Das Gelände des Depots hat eine Fläche von 27.000 m<sup>2</sup> und dient der Reparatur und Wartung des Fahrzeugparks der Linie 3. Außerdem wurde am Depot Stavros die Verbindung der zukünftigen Schnellzugstrecke mit dem bestehenden Metro-Netz hergestellt.

Das Wartungsgebäude ist 130 m lang und 90 m breit und hat 13 Gleise. Auf dem Dach des Gebäudes ist ein Parkhaus mit acht Parkebenen für ca. 2400 Pkw vorgesehen, das direkten Zugang zu der Schnellstraße Attiki Odos

und zu einer Busstation haben wird.

Das gesamte Depot-Gelände liegt mehr als 8 m unter der natürlichen Geländeoberfläche, weshalb Stützmauern von ca. 800 m Länge und bis zu 12 m Höhe erforderlich waren, zum Teil ausgeführt als Doppelmauern mit einer dazwischen liegenden Rampe. Am hinteren Ende des Depots befindet sich ein in offener Bauweise hergestellter Tunnel, der sich trompetenförmig zur Einfahrt der Züge in die Wartungshalle erweitert.

Zum ersten Auffangen der Wassermengen, die bei einem hefti-

gen Regen zu erwarten sind, sollte neben dem Wartungsgebäude ein unterirdischer Wasserspeicher mit einer Kapazität von 4500 m<sup>3</sup> gebaut werden. Aus zeitlichen Gründen wurde dieser erst gebaut, nachdem alle Gebäude schon im Rohbau fertig gestellt waren und somit kein Platz mehr für einen Baugrubenverbau war. Deshalb wurde die Top-down-Methode angewendet: Die Wände wurden als Schlitzwände und die Stützen als Bohrpfähle eingebracht, die Decke wurde auf dem Grund betoniert. Der Aushub erfolgte durch eine Aussparung in der Deckenplatte.

Dr. Gertraud Lappas

## VENEZUELA

### Metro Los Teques

Venezuelas Hauptstadt Caracas ist mit über 4,5 Millionen Einwohnern das wirtschaftliche und politische Zentrum des Landes und verzeichnet das größte Wachstum durch den starken Zuzug ländlicher Bevölkerung aus ärmeren Regionen.

Die Landflucht hat zur Folge, dass die Infrastruktur der Stadt und ihrer Umgebung ständig ausgebaut werden muss. Es fehlt ein effizientes System zur Bewältigung des öffentlichen Nahverkehrs.

Der Vorort Los Teques ist durch den Höhenunterschied zu Caracas klimatisch etwas milder und gilt dadurch bei vielen Städtern als bevorzugte Wohnlage. Die einzige, direkte Verbindung nach Caracas ist die Panamericana, welche zu den meist frequentierten Straßen Venezuelas gehört. Mit dem Bau der Metro Los Teques soll diese verkehrsträchtige Verbindung entlastet werden.

Die Linie der Metro Los Teques verläuft auf 9,5 km Länge durch das topografisch schwierige, eng gewundene Tal des Rio San Pedro, welchem zudem eine stark erosive Bodenbeschaffenheit aufweist. Die optimale Linienführung umfasst verschiedene Infrastrukturbauten wie Brücken, Tunnel, Einschnitte oder Auffüllungen. Außerdem wurden Bauten zur Begradigung und Kanalisation des Flussbettes vorge-



Station Los Teques in der Bauphase

sehen, um diejenigen Abschnitte zu schützen, wo in der Regenzeit massive Erdbeben zu erwarten sind.

Die Metro überwindet diese Bergstrecke in weniger als zehn Minuten bei einer maximalen Reisegeschwindigkeit von 80 km/h. Der Streckenabschnitt Los Teques wird an seiner Endstation mit der Linie 2 der Metro Caracas verbunden. Durch Umsteigen können die Passagiere direkt das Zentrum von Caracas erreichen.

Die C.A. Metro Los Teques beauftragte im Jahre 2000 ein Konsortium aus Lahmeyer International, einem lokalen Partner

und einem internationalen Beratungsunternehmen mit Studien für die Auslegung und Dimensionierung der Fahrzeuge, der Stromversorgung und der Ventilation im Tunnel, bei vorrangiger Gewährleistung der betrieblichen Sicherheit und unter Berücksichtigung der Kompatibilität bestehender Anlagen der Metro Caracas.

Die Resultate dieser Studien dienen in einer weiteren Projektphase zur Erstellung der Ausschreibungsunterlagen für die elektromechanischen Ausrüstungen der Metro Los Teques.

Max Läuchli



## Transferstation Sygrou – Fix in Athen

Für den effizienten Betrieb des Athener Metro-Netzes, das seit 2000 in Betrieb ist und seitdem ständig erweitert wird, sind Transferstationen erforderlich, die das Umsteigen vom Pkw oder oberirdischen öffentlichen Verkehrsmitteln in die Metro erlauben.

Die erste Transferstation Sygrou-Fix liegt im Stadtzentrum zwischen zwei viel befahrenen Hauptverkehrsstraßen. Der Rohbau musste bis zum Beginn der Olympischen Spiele in Athen im August 2004 fertig gestellt sein, damit alle Verkehrsumleitungen wieder entfernt werden konnten. Lahmeyer International (LI) wurde im Jahr 2002 von den griechischen Bauunternehmen AEGEK-EKTER-METON sowohl mit der Planung der Baugrubensicherung als auch mit der Ausführungsplanung für den Bau, die Architektur und die elektro-mechanische Ausrüstung der Transferstation beauftragt.

Die Station besteht aus einem unterirdischen Parkhaus mit sechs Parkebenen, Geschäften im ersten Untergeschoss und einer oberirdischen Bushaltestelle, an der gleichzeitig vier Großraumbusse halten können. Außerdem liegt gegenüber der Bushaltestelle eine Straßenbahnhaltestelle. Vom ersten Untergeschoss aus kann man über einen außen liegenden Fußgänger-Korridor das zweite Untergeschoss erreichen, von wo aus es einen direkten Zugang zur Metro-Station gibt.

Das Parkhaus hat 650 Stellplätze, eine Fläche von 5.100 m<sup>2</sup> und 110.000 m<sup>3</sup> umbauten Raum. Auf einem Teil der Tiefgarage ist der Bau eines 5-stöckigen Gebäudes vorgesehen.

Ursprünglich hatte LI vorgeschlagen, die Tiefgarage in der Top-Down-Methode zu bauen, um durch den Bau verursachte Beeinträchtigungen für die unmittelbar danebenliegende Metro-Station und den Metro-Tunnel zu vermeiden. Aus zeitlichen Gründen und wegen der notwendigen archäologischen Ausgrabungen wurde aber die offene Bauweise mit Stahlbeton-Bohrpfählen und Bodenankern als Baugrubenverbau bevorzugt.



Die Transferstation Sygrou – Fix im Stadtzentrum Athens zwischen zwei Hauptverkehrsstraßen

Durch den Aushub wurde ein Teil der bestehenden Metro-Station auf einer Seite komplett freigelegt, woraus eine in der ursprünglichen statischen Berechnung der Metro-Station nicht vorgesehene Belastung durch einseitigen Erd- und Wasserdruck resultierte. Dies erforderte eine Nachrechnung der Metro-Station.

Bei der genauen Berechnung der Auftriebskräfte auf die Transferstation stellte sich heraus, dass vor dem Bau des zukünftigen 5-stöckigen Gebäudes die Sicherheit gegen Auftrieb nicht gewährleistet war. Zuganker sollten nicht verwendet werden, also musste das Gewicht erhöht werden: Die Dicke der Geschossdecken im Bereich außerhalb der Rampen wurde von 0,30 m auf 0,42 m vergrößert. Wo möglich wurden die Stahlbeton-Bohrpfähle des Baugrubenverbaus über Konsolen an der Außenwand der Tiefgarage an den Baukörper angehängt.

Der Hauptteil der statischen Berechnung wurde mit Hilfe eines dreidimensionalen Finite-Element-Modells durchgeführt. Das Modell bestand aus ca. 20.000 Elementen und umfasste Balken- und Stützelemente, welche mit Flächenelementen für Deckenplatten, Wände, Rampen und Fundamentplatte kombiniert wurden. Außenwände und Fundamentplatte wurde als elastisch im Boden eingebettet berechnet.

Folgende Lastfälle wurden berücksichtigt:

- Eigengewicht des unterirdischen Bauwerks und des zukünftigen 5-stöckigen Gebäudes
- Erddruck durch aus Eigengewicht und Verkehrslast von jeder Seite (wirksam nach dem Versagen der Anker)
- Wasserdruck inklusive Auftrieb
- Verkehrslasten innerhalb und oberhalb der Tiefgarage
- Verkehrslasten des 5-stöckigen Gebäudes
- Erhöhter Erddruck infolge Erdbeben
- Erdbebenlasten auf die Tiefgarage
- Erdbebenlasten auf das 5-stöckige Gebäude

Für jedes Element wurde für jede der möglichen Lastfallkombinationen getrennt (vor und nach Versagen der Anker, für maximalen und minimalen Grundwasserstand, mit und ohne 5-stöckiges Gebäude, mit und ohne Erdbeben) die erforderliche Bewehrung ermittelt, da bei der nicht-linearen Berechnung eine Überlagerung von Schnittgrößen nicht möglich ist. Die Einhüllende der erforderlichen Bewehrung musste durch die vorhandene Bewehrung abgedeckt werden.

Dr. Gertraud Lappas

## Modernisierung der Vorsperre der Talsperre Klingenberg

Die Talsperre (TS) Klingenberg im Tal der Wilden Weißeritz wurde in den Jahren 1908–1914 nach einer Planung der Königlichen Wasserbaudirektion zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes, zur Verbesserung der Niedrigwasserregelung im Unterlauf sowie zur Trinkwasserversorgung von Dresden erstellt.

Zur Verbesserung der Wasserqualität wurde 1954 an der Stauwurzel der TS Klingenberg die Vorsperre in Betrieb genommen. Im August 2002 wurde die Vorsperre durch extremes Hochwasser stark beschädigt und ist zwischenzeitlich provisorisch instand gesetzt worden.

Die geplante komplette Instandsetzung der Hauptsperre ist nur bei einer vollkommenen Entleerung des Stauraumes realisierbar. Die Rohwasserabgabe erfolgt in dieser Zeit aus dem zu vergrößernden Stauraum der Vorsperre.

Die Talsperrenverwaltung des Freistaates Sachsens beauftragte Hydroprojekt im Dezember 2003 mit der Modernisierung der Vorsperre einschließlich Ersatzneubau des Zuflusspegels.

Im Rahmen der Modernisierung wird an gleicher Stelle ein homogener Damm errichtet, der 4 m höher sein wird als der vorhandene. Hierdurch wird der Betriebsraum von 70.000 auf 240.000 m<sup>2</sup> vergrößert. Das neue Absperrbauwerk hat eine



Die vorhandene Vorsperre der Talsperre Klingenberg mit Hochwasserentlastung

Höhe von rund 12 m und eine Kronenlänge von ca. 144 m. Das Dammvolumen beträgt etwa 25.000 m<sup>3</sup>.

Das Hochwasserentlastungsbauwerk (HWE) – wegen seiner Grundrissform Entenschnabel genannt – hat eine Höhe von 10 m. Die feste Überfallkante ist gut 45 m lang. Zudem wird an der Stirnseite zur Bewirtschaftung des Hochwasserschutzraumes ein Hubgleiterschütz (4 x 2 m) angeordnet. Das Schütz ist im Normalbetrieb geöffnet. Es wird geschlossen, wenn eine Beeinflussung des Rohwasser-

körpers der Hauptsperre durch Trübstoffeintrag verhindert werden soll. Zwei Grundablässe mit einer Nennweite von jeweils DN 800 werden in die Stirnseite des HWE-Bauwerkes integriert.

Zur Verbesserung der Wasserqualität und der Bewirtschaftung werden zusätzlich die Vorsperrenquerung in eine Grundschwelle, der Einlaufbereich, die Gefällestufe am alten Pegel Beerwalde in eine Sohlgleite umgebaut sowie eine Ölsperre errichtet. Darüber hinaus werden der Pegel Beerwalde rückgebaut, der Ersatzneubau des



Der gewählte Standort des neuen Pegels zur messtechnischen Erfassung von Wasserständen und Wassergüteparametern

Zuflusspegels erstellt, der Neubau einer Wildholzsperrung und der Ausbau der Forststraßen durchgeführt.

Der bisherige Zuflusspegel wird künftig eingestaut und ist somit nicht mehr nutzbar.

Für die Bewirtschaftung der Talsperre ist es wichtig, Niedrig- und Mittelwasserabflüsse mit hoher Genauigkeit zu messen. Ebenso

sind Hochwasserabflüsse bis 50 m<sup>3</sup>/s zu erfassen. Wie beim bestehenden Pegel sind künftig neben den Wasserständen auch Wassergüteparameter zu messen.

Eine parallele Messdatenerfassung des neuen und des alten Pegels ist für mindestens ein Jahr notwendig, um die Standortverschiebung zu berücksichtigen.

Zurzeit liegt den zuständigen Behörden die Genehmigungsplanung zum neuen Pegel vor. Baubeginn ist voraussichtlich Anfang 2005.

Jörg Jahn  
Hydroprojekt  
Ingenieurgesellschaft mbH,  
Regionalbereich Ost Dresden

## DEUTSCHLAND

### Neubebauung des Berliner Platzes in Gießen

Der Magistrat der Universitätsstadt Gießen plant im Rahmen der Zentralisierung seiner Dienststellen eine Neubebauung für die Verwaltung auf dem zentral gelegenen Berliner Platz. Dort ist zurzeit in einem Gebäudeensemble ein Teil der Stadtverwaltung mit ca. 200 Personen und die Polizeidienststelle Gießen Nord untergebracht. Die Gebäude erfüllen weder von ihrer Funktionalität noch von ihrem baulichen Zustand her die heutigen Anforderungen an einen modernen Kommunalbetrieb.

Neben der Neubebauung für die Stadtverwaltung ist auf einem Teil des Grundstückes eine gewerbliche, private Nutzung vorgesehen.

Ziel ist es, ein Unternehmen oder Unternehmensgruppe zu finden, die den Neubau der Stadtverwaltung und die Projektentwicklung für die gewerbliche Nutzung in einem integrierten Konzept realisiert.

Das Gesamtprojekt gliedert sich in die folgenden Teilprojekte:

- Architektenwettbewerb,
- Aufstellung des Bebauungsplans,
- Umzug,
- Abriss und Bodensanierung,
- ABC-Ausschreibung und Investorenwettbewerb,
- Planung und Realisierung des Neubaus,
- Beauftragung der Architekten/ Fachplaner und Sonderfachleute,

welche ganzheitlich zu steuern und abzuwickeln sind.



Berliner Platz

Darüber hinaus gehören zu den Aufgaben u. a.:

- Erstellung der Zieldefinition
- Einrichtung einer zentralen Kommunikations- und Informationsplattform
- Zusammenfassen der Projektvorgaben, Regelkreisläufe und Projektspezifikationen in einem Handbuch
- Aufstellung/fachtechnische Überprüfung von Planungsergebnissen

Der Erarbeitung der Projektstruktur und Projektorganisation kommen aufgrund der Vielzahl von Teilprojekten, beteiligten Parteien und Schnittstellen ein besonderer Stellenwert zu.

Ergänzt wird die Projektsteuerung, neben der von LRM durchzuführenden technischen Projektsteuerung, durch eine juristische

Projektsteuerung für die die Sozietät FPS Fritze Paul Seelig, Frankfurt a.M., verantwortlich zeichnet.

Im Rahmen der Projektausschreibung werden innovative Vorschläge erwartet, die aus der Kombination von Planungs-, Bau- und Betreiberkompetenz das bestmögliche Ergebnis generieren können. Im Rahmen solcher öffentlich-privater Partnerschaften (PPP-Modelle) können sich auch interessante Finanzierungsmöglichkeiten erschließen.

Der derzeit laufende Architektenwettbewerb wird Ende Januar 2005 mit der Preisgerichtssitzung abgeschlossen.

Auf den Siegerentwurf, den es dann umzusetzen gilt, darf man gespannt sein.

Thomas Börner  
Lahmeyer Rhein-Main



Lahmeyer International GmbH  
Friedberger Str. 173  
61118 Bad Vilbel  
Deutschland

Tel.: (0 61 01) 55-0  
Fax: (0 61 01) 55-22 22  
E-Mail: [info@lahmeyer.de](mailto:info@lahmeyer.de)  
Internet: [www.lahmeyer.de](http://www.lahmeyer.de)