# Stollen unter dem Bosporus zur Wasserversorgung Istanbuls

Autor(en): **Brux, Gunther**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **101 (2009)**

Heft 4

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941968

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

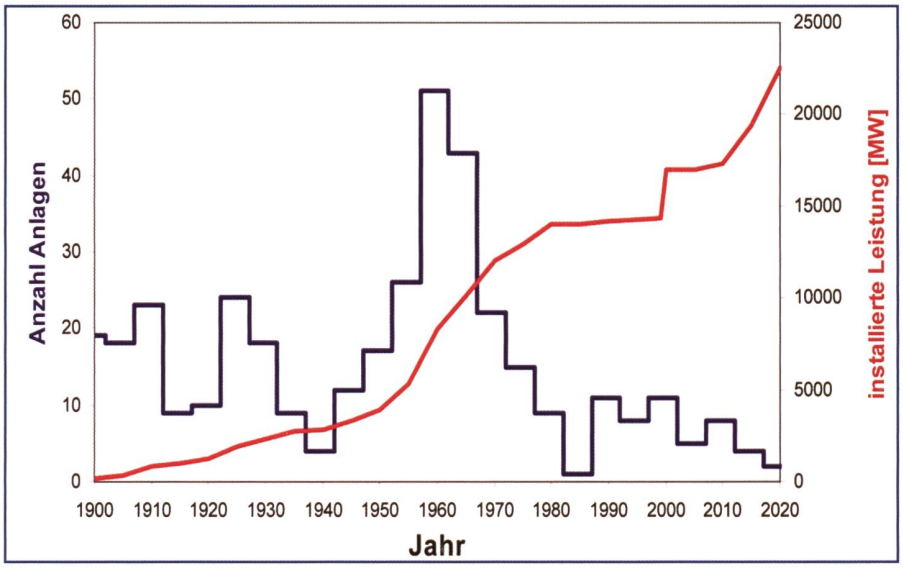



***Bild 3. Anzahl neuer Wasserkraftanlagen mit Leistung > 1 MW in Fünf-Jahr-Intervallen (blau) und die aufsummierte Leistung aller Anlagen inkl. Pump-Speicheranlagen (rot).***

Heute steht die Bedeutung der Wasserkraft nicht mehr in Frage. Das Thema der erneuerbaren Energie ist in aller Munde. Es werden Anlagen erneuert, die Effizienz gesteigert und neue Anlagen gebaut. Headhunter strecken ihre Fühler aus, um qualifizierte Ingenieure mit Ausbildung im Gebiet der Wasserkraft zu finden. Dies ist eine schwierige Aufgabe, denn die Ingenieure aus der grossen Ausbauzeit der Wasserkraft sind im Ruhestand und die Förderung des Nachwuchses wurde von den Verantwortlichen der Elektrizitätswirtschaft in der Vergangenheit vernachlässigt. Die Gewohnheit, von den Hydromaschinenherstellern ausgebildete Fachpersonen zu übernehmen, und die Verunsicherungen in der Phase der Strommarktliberalisierung mögen dazu beigetragen haben. Der Mangel an Ingenieuren in der Schweiz im Umfeld der Wasserkraft wird heute vor allem durch Rekrutierung im Ausland gedeckt.

In der Ausbildung zeichnet sich in Nordamerika zurzeit eine Trendwende ab, die mit Bestimmtheit auch bei uns einsetzen wird. Die Studierenden an Universitäten überfluten die Vorlesungen im Themenbereich der Energieerzeugung, wobei neben der rein technischen Ausbildung, auch transdisziplinäre Fragestellungen interessieren, die vernetzt auch politische, ökonomische und ökologische Themen einbeziehen. Das Umweltthema beschäftigt die Studierenden und ihnen ist bewusst, dass die Wasserkraft den weltweit grössten Anteil erneuerbarer Energie zur Stromerzeugung darstellt. Die Wasserkraft wird somit tragender Pfeiler unserer Energiezukunft in der Schweiz und der Welt sein.

Dieser Beitrag stammt aus dem Buch «Berufsbegleitende Ingenieur- und Architekturstudien in der Zentralschweiz Studium 1946–2009», 2010. Herausgeber: Dr. *Beat Balmer, Viktor P. Herzog, Edgar Unternährer*
Druck Brunner AG Kriens

# Stollen unter dem Bosporus zur Wasserversorgung Istanbuls

■ *Gunther Brux*

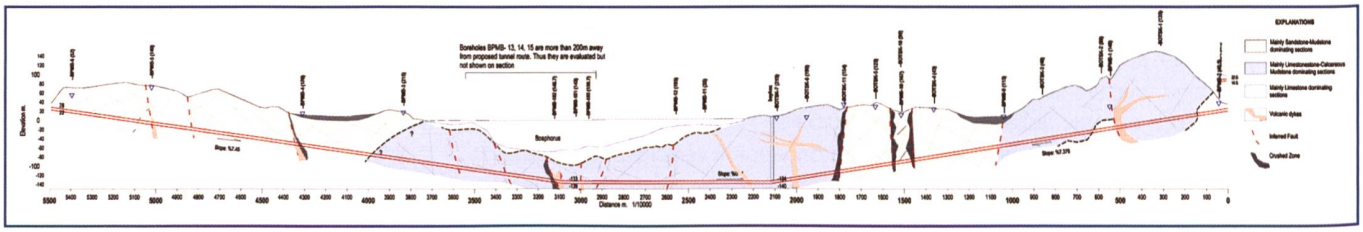


***Bild 1. Geologischer Längsschnitt der Stollentrasse Melen 7.***

Mitte April 2009 war der Durchschlag eines mit einem Erddruckschild unter dem Bosporus aufgefahrenen Stollens, durch den nach dem Ausbau der europäische Teil von Istanbul künftig mit Wasser aus dem asiatischen Teil versorgt werden soll. Die Trasse verläuft an ihrer tiefsten Stelle 135 m unter dem Wasserspiegel der Meerenge. Der maschinelle Vortrieb unter dem Bosporus dauerte 13.5 Monate.

Mit dem Grossprojekt «Melen» will man die Wasserversorgung der Hauptstadt Istanbul, die heute über zehn Millionen Einwohner zählt, langfristig verbessern. Dazu wird auf der asiatischen Seite, 170 km vor den Toren der Stadt, der Fluss Melen sieben Kilometer vor der Mündung in das Schwarze Meer aufgestaut und das Wasser aus diesem niederschlagsreichen Gebiet nach Istanbul geleitet. Damit das Wasser auch in den europäischen Stadtteil gelangen kann, wo es für die Trinkwasserversorgung der Bewohner und der dortigen Industrie benötigt wird, muss ein

5.5 km langer Stollen (Baulos Melen 7) den Bosporus unterqueren. Davon wurden 3.4 km mit einem Erddruckschild (EPB-Schild) als erstmalige unterirdische Querung des Bosporus aufgefahren.

Die grösste Herausforderung im Projekt ergab sich aus der grossen Tiefe des aufzufahrenden Stollens von bis zu 135 m unterhalb des Wasserspiegels. Der dafür eingesetzte EPB-Schild S-391 der Herrenknechts AG mit 6.11 m Durchmesser *(Tabelle 1)* musste daher für Wasserdrücke bis 13.5 bar abgedichtet werden können. Er ist mit zwei Bohrgeräten zur Vorerkundung bis 40 m Weite ausgerüstet.

Der Startschacht des EPB-Schildes lag im Stadtteil Sariyer auf der europäischen Seite. Die ersten 2.3 km des Vortriebs haben 7.45% Gefälle bei teilweise nur 35 m Überdeckung bis zum Meeresgrund und bis 70 m Wassersäule. Die restliche Strecke von 1.1 km Länge verlief nahezu horizontal. Die Geologie mit Klakstein-, Schieferschichten und Verwerfungen ergab eine tägliche Vortriebsleistung von im Mittel 7.4 und maximal 20.4 m Stollen.

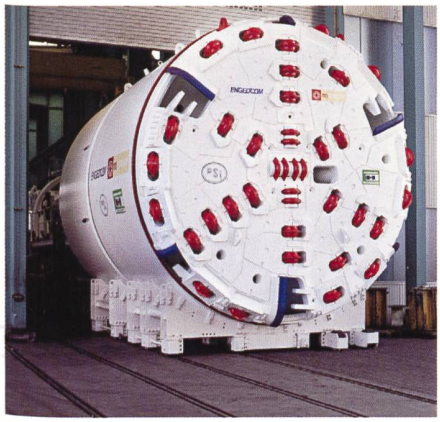


***Bild 2. Erddruckschild S-391 nach Abnahme im Werk.***

| | |
|---|---|
| *Schneidraddurchmesser* | *6.11 m* |
| *Gesamtlänge* | *157 m* |
| *Gesamtgewicht* | *700 t* |
| *Installierte Leistung* | *2000 kW* |
| *Max. Anpressdruck* | *65 MPa* |
| *Umdrehungen* | *6.5 U/min.* |
| *Vortriebskraft* | *49.260 kN* |
| *Max. Drehmoment* | *3620 kNm* |
| *Gesamtleistung* | *3515 kVA* |

***Tabelle 1. Einzelheiten über den EPB-Schild S-391 zum Auffahren eines 3.4 km langen Stollens unter dem Bosporus (Herrenknecht AG, Schwanau).***

Mitte April 2009 – 13.5 Monate nach dem Start auf der europäischen Seite – erreichte der Vortriebsschild planmässig den 140 m tiefen Zielschacht im asiatischen Stadtteil Beykoz. Um die Maschinen in dem nur acht Meter Durchmesser kleinen Schacht bergen zu können, mussten die Konstrukteure bereits in der Entwurfsphase für möglichst kleinteilige Schildsegmente vorsorgen.

Der Erstausbau des Stollens geschah durch den Erddruckschild mit Stahlbeton-Tübbingen, die mit besonderen Dichtungen versehen, auf einen Wasserdruck von bis zu 20 bar ausgelegt sind. Die 1.3 m breiten Tübbingringe (Teilung 5+1) sind 35 cm dick und haben 5.81 m Innendurchmesser. Die tägliche Einbauleistung betrug im Mittel sechs und maximal 17 Ringe. Die Tübbinge wurden in der Nähe des Startschachtes vorgefertigt. Die Schalungen für die Tübbingfertigung wurden von der Herrenknecht Formwork GmbH in die Türkei geliefert. Für den Endausbau werden für die Durchleitung des Wassers Stahlrohre mit vier Metern Innendurchmesser eingebaut und zusammengeschweisst sowie der Ringspalt verpresst. Die Arbeiten sollen im Frühjar 2010 abgeschlossen sein.

Nach Beendigung der umfangreichen Arbeiten und mit der Inbetriebnahme der gesamten Melen-Trasse ist die Trinkwasserversorgung bis 2040 gesichert. Dann werden der Metropole Istanbul jährlich 1.2 Mrd. $m^3$ Trinkwasser aus dem Fluss Melen zugeführt.

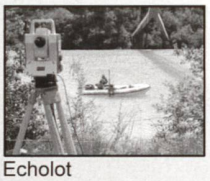
Anschrift des Verfassers
Dipl.-Ing. *Gunther Brux*
Schreyerstrasse 13
D-60596 Frankfurt
Tel./Fax-Nr. +49 (0)69 639 361

***Bild 3. Startschacht (links) und Tübbingfertigung (rechts) im Stadtteil Sariyer im europäischen Teil Istanbuls.***

***Bild 4. Erfolgreicher Stollendurchschlag am 13. April 2009 auf der asiatischen Seite Istanbuls.***

terra vermessungen

**Kompetenz in der Messtechnik:**

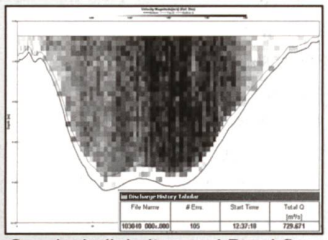

Echolot

Georadar

Messsysteme

**... Strömungsmessungen**

Strömungsvektoren


Geschwindigkeiten und Durchfluss

Ingenieurvermessung • GPS • Hydrographie • Georadar • autom. Messsysteme • Gleismesswagen • Architekturvermessung • statisches und dynamisches Laserscanning • Archäologie

terra vermessungen ag, Obstgartenstr. 7, 8006 Zürich
Tel. 043 255 20 30, Fax 043 255 20 31, terra@terra.ch

**Fachinformationen auf www.terra.ch**

*Transport und Versetzen Erdgasleitung, Rohrgewicht 12 Tonnen*

# Wir lösen Ihr Transportproblem

**Wir montieren und betreiben Materialseilbahnen bis 20 Tonnen Nutzlast**

**Zingrich**
**Cabletrans GmbH**
**3714 Frutigen**

Telefon 033 671 32 48
Fax 033 671 22 48
Natel 079 208 90 54
info@cabletrans.com
www.cabletrans.com



## H. Erne Metallbau AG

CH-5316 Leuggern, Steiächer

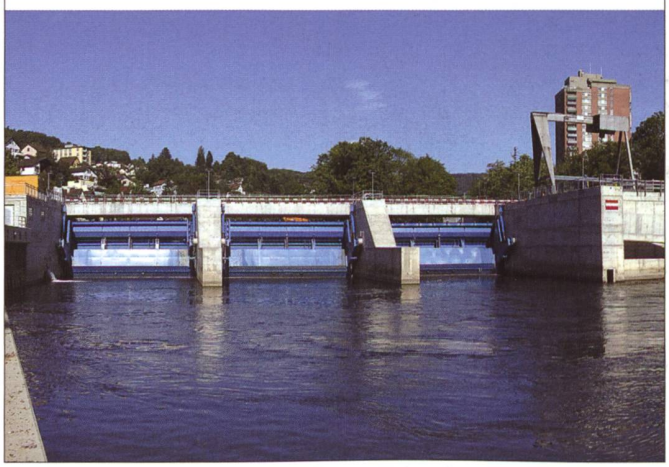
Tel. +41 56 268 00 20 • Fax +41 56 268 00 21 • erne@h-erne.ch

www.h-erne.ch

Metall-/Stahlbau • Stahlwasserbau
Sonderkonstruktionen • Umwelttechnik
Anlage- und Apparatebau • Montagen/Revisionen

**Wir sind Spezialisten für den Stahlwasserbau**

- Wehranlagen
- Druckleitungen
- Rechenanlagen
- Gleitschützen
- Notverschlüsse
- Schlauchwehre
- Revisionen



# Für Informationsfluss in geordneten Bahnen.

buag-Kommunikations-Full-Service

Für die Konzeption und Realisation von Dokumentationen, Publikationen, Berichten und Broschüren steht Ihnen ein Team von Fachleuten mit einer nahtlosen Netzwerkstruktur zur Verfügung, die sich flexibel auf Umfang und Art Ihres Informationsprojektes einstellen können. Sie halten so Ihren Informationsfluss, aber auch Ihre Budgets in geordneten Bahnen. Informieren Sie sich unter www.buag.ch und verlangen Sie die Broschüre «Die Kommunikation der Information» oder rufen Sie einfach Tel. 056 484 54 54 an.