

Der Jonglei-Kanal im Sudan

Autor(en): **Gruner, Eduard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 26

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75168>

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.

Viel wichtiger aber wäre die formal-ästhetische Schulung des Ingenieurs, die er auch dann braucht, wenn er einen Kollegen vom Hochbau zuzieht. Denn umgekehrt sollte auch der Architekt bei seinen Bauten nicht ganz unbedarft von Statik sein.

Nun gehe ich aber mit Walter A. Schmid einig: Ein paar allgemeine ästhetische Vorlesungen genügen nicht. Es müssten Übungen gemacht werden, wie er sie seinen jungen Berufskollegen

rät. Solche aber sollten, zum mindesten anfänglich, von einem Meister geleitet werden.

Mathematiker sprechen oft von «Eleganz» und «Schönheit» der Ableitungen. Sicher kennt solches auch der Statiker. Der Architekt hofft nun, der Ingenieur werde zu diesen technisch-rechnerischen Schönheiten auch die künstlerische Schönheit der Form immer wieder in sein Schaffen einbeziehen. Er wird eine Erweiterung seines Erfah-

rungsbereiches erleben. Denn das voll ausgeschöpfte menschliche Sein liegt darin, das Intellektuelle und das Gefühlsmäßige in ein Gleichgewicht zu bringen. Dass solches Ausbalancieren in keinem Menschenwerk derart vollendet zum Ausdruck kommen kann wie im Bauen, macht diese Tätigkeit so befriedigend.

Adresse des Verfassers: Hans Luder, dipl. Arch. ETH/BSA/SIA, Thiersteinerrain 147, 4059 Basel.

Der Jonglei-Kanal im Sudan

Von Eduard Gruner, Basel

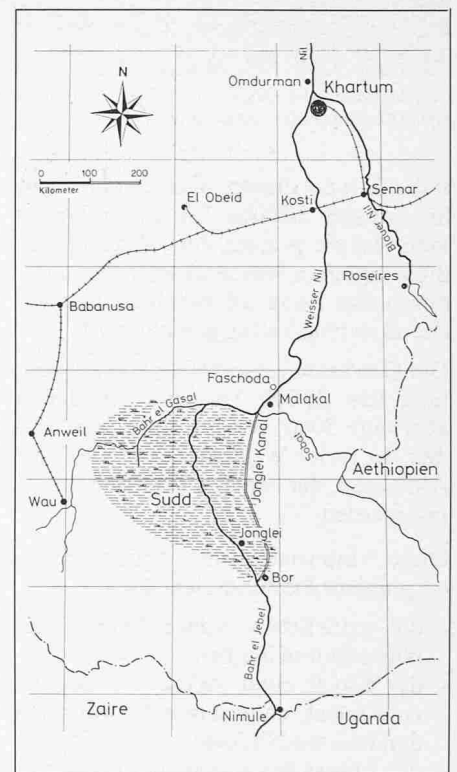
Voraussetzungen

In der hydraulischen Nutzung des Nils ist der Jonglei-Kanal ein bedeutender Bestandteil. Mit erstaunlichem Weitblick ist für diesen grossen Strom schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts ein Gesamtplan erkannt und verwirklicht worden. Die sich im Laufe der Zeit steigernde Forderung für die Bewässerung im Sudan und in Ägypten muss durch ein zeitgemässes Angebot des Wassers gedeckt werden. Das potentielle Wachstum der Bevölkerung in Ägypten führte zum Übergang von der Beckenbewässerung durch das jährliche Hochwasser auf die Jahresbewässerung. Damit kann das gleiche Feld statt einmal, zweimal oder sogar dreimal je Jahr bestellt werden, vorausgesetzt, dass seine Düngung durch chemische Stoffe ergänzt wird. Dazu muss das im Nil ankommende Wasser so bewirtschaftet werden, dass seine Abgabe den Forderungen der Landwirtschaft entspricht. Solche Massnahmen bedingen eine Verlagerung der Flut auf die Trockenzeit und gar von nassen auf trockene Jahre. Eine Steuerung hydraulischer Verhältnisse zu solchem Zweck ist an manchen Flüssen in Trockengebieten üblich. Die Bewirtschaftung des Nils hat mit der Nutzung des Assuanbeckens und schliesslich der Anlage des Grossen Nasserbeckens diese Möglichkeit erschöpfend angewendet. Um das Angebot an Wasser darüber hinaus zu erweitern, wird jetzt nach einer neuartigen Hydraulik die Verdunstung eingeschränkt.

Durch den Jonglei-Kanal wird ein Zufluss des Nils, der Bahr el Jebel, am Sumpfgebiet der Sudd vorbeigeführt, so dass seine Verdunstung um 8000 Millionen Kubikmeter je Jahr gekürzt wird. Dieses Wasser soll alsdann der Landwirtschaft im Sudan und in Ägypten zu-

Bereits 1904 wurde von Sir *William Garstin* die direkte Führung des Bahr el Jebel von Jonglei durch einen Kanal von 280 Kilometern Länge zur Mündung des Sobat empfohlen.

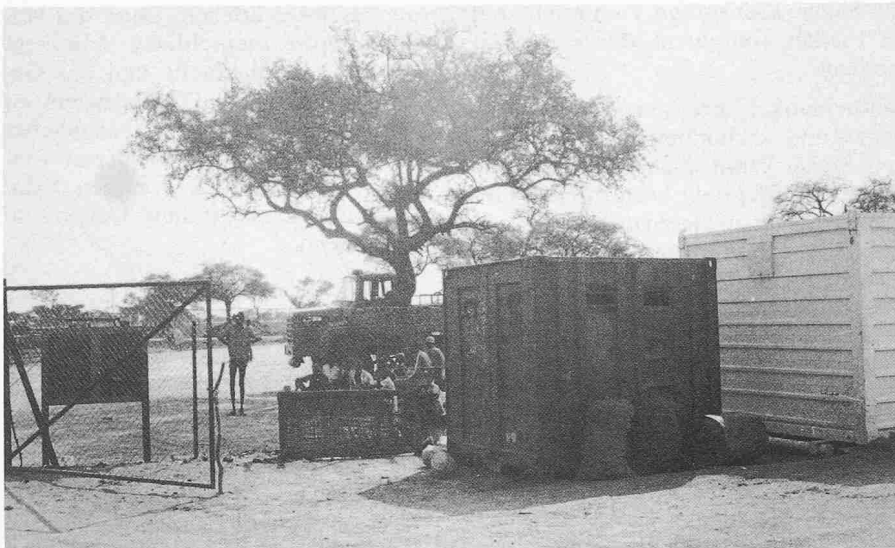
Es dauerte aber 75 Jahre, bis dieses gewaltige Unternehmen verwirklicht wurde. Ein erstes Projekt ist dazu im Jahre 1936 verfasst worden. Seit 1948 studiert das Jonglei-Investment-Team diese Planung und ihre Auswirkung. Ihr Befund wurde 1954 im Bericht über «Das äquatoriale Nil-Projekt und seine Bedeutung für den Anglo-Ägyptischen Sudan» veröffentlicht. Darin wird erkannt, dass das Sumpfgebiet einen Zufluss von 27 000 Millionen Kubikmetern hat, aber nur einen Abfluss von 14 000 Millionen Kubikmetern bietet, obwohl es eine Niederschlagsmenge von 1000 Millimetern je Jahr erhält. Damals waren 660 000 Einwohner direkt und ausserdem 400 000 Einwohner



Lageplan

Luftaufnahme des Basislagers Sorbat. Im Hintergrund der Kanal. Das Lager ist aus Containern zusammengestellt, die als Altstoff gekauft, für eine letzte Fracht benützt und am Bestimmungsort zu Lagerzwecken zusammengesetzt wurden. In Gruppen vereinigt dienen sie als Büro, Wohnungen, Schule, Spital usw.





Gerichtsstätte beim Eingang zum Lager von Arbeitern. Unter dem Tamarinde-Baum tagt der Richter. Der kleine Container dient als Gefängnis

indirekt von diesem Gebiet abhängig. Sie hielten 288 000 Einheiten Grossvieh, das sie je nach der Jahreszeit auf die geeigneten Weideplätze trieben, wodurch das Land allenthalben entsprechend seinem Ertrag genutzt wird.

Die Gewässer versprechen einen Fischfang von 23 000 Tonnen, von denen aber nur 3000 Tonnen gefangen werden. In freier Wildbahn leben 400 000 Antilopen, die von den Einwohnern gejagt werden.

Diese internationale Arbeitsgruppe empfahl als Planungsziele, dass

- die natürlichen Schwankungen des Nils erhalten bleiben
- der Kanal einer Achse von Jonglei zum Sobat, nahe seiner Mündung in den weissen Nil folge
- der Erguss des Kanals in einem normalen Jahr nicht über 35 Millionen Kubikmeter und in einem Jahr mit grosser Flut nicht über 55 Millionen Kubikmeter je Tag sein solle
- den durch den Kanal beeinträchtigten Bewohnern ein Ersatz geboten werde.

Nachdem Grossbritannien Ägypten und den Sudan am Ende des letzten Jahrhunderts besetzt hatte, wurden Verhandlungen mit den Niluferstaaten über die Nutzung der Wasser des Nils geführt. Diese ergaben zwar nicht ein Gesamtabkommen, aber nützliche Teil-

abkommen. So führte die Arbeit einer Nilkommission 1929 zum ersten Nilwasser-Vertrag, dem 1959 ein weiterer Nilwasser-Vertrag folgte. Trotzdem die Beziehungen zwischen Ägypten und dem Sudan nicht immer gut waren, wurde die hydraulische Planung stets fortgesetzt. In all diesen Planungen wurde die Absicht für den Kanal zur Umgehung der Sudd als Massnahme zum Gewinn von Wasser erkannt. Seine Führung unterlag aber Veränderungen, denn er sollte die jährlichen Wanderungen der Dinka, Nuer und Shilluk mit ihren Herden nicht stören. Wie in anderen Fällen von grosser hydraulischer Planung, wurden auch Klimaveränderungen befürchtet. Diese konnten aber bisher noch nirgends nachgewiesen werden, denn sie unterstehen grösseren meteorologischen Zuständen. Durch das Wasser des Nils, das sowohl im Sudan als auch in Ägypten das Leben ermöglicht, besteht zwischen diesen Nachbarstaaten ein Band für Leben und Tod. Dies wussten sowohl Präsident Anwar Sadat als auch Präsident Jaafar Muhammad al-Nimeiry. Darum setzte sich der letztere über den arabischen Boykott von Ägypten hinweg und stellte die diplomatischen Beziehungen aus dem Sudan wieder her. Auf dieser Grundlage konnte zwischen beiden Staaten weiter verhandelt werden. Sie vereinbarten eine Teilung der Baukosten, worauf 1976 mit der *Compagnie*

de Construction Internationale (CCI) ein Bauvertrag abgeschlossen wurde. An dieser französischen Unternehmung beteiligen sich *Société des Grands Travaux de Marseille*, *Société de Dragages et Travaux Publics*, *Société Générale d'Entreprises*, *Spie-Batignolles* und *Campeon Bernard*.

Kosten und Ausmasse

Die Baukosten für den Aushub waren ursprünglich zu 45 Mio US\$ angenommen worden. Davon entsprachen 70 Prozent Ausgaben in fremder Währung, die je zur Hälfte vom Sudan und von Ägypten beigebracht wurden. Die französische Regierung gewährte einen Exportkredit von 150 Mio FF. Durch zeitliche Verzögerung und Ergänzung sowie durch die Verlegung der Fassung des Kanals von Jonglei nach Bor um 80 Kilometer stiegen die errechneten Kosten auf 125 Mio US\$ bzw. auf 625 Mio FF.

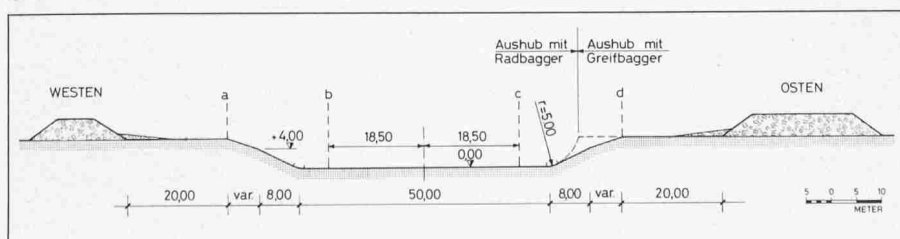
Der Kanal wird zwischen Bor und Sobat eine Länge von 360 Kilometern, eine schiffbare Breite von 52 Metern bei V-förmigem Querprofil und eine Tiefe von 4,50 Metern oder mehr haben. Sein Aushub misst 100 Millionen Kubikmeter. An der Fassung wird ein Wehr erstellt. Dieses hat 10 Öffnungen von 4 Metern Weite. Eine Schiffschleuse von 22 Metern Breite und 126 Metern Länge kann einen Verband von Schubboot mit vier Kähnen aufnehmen.

Die Studien für Wehr und Schleuse besorgte *Euroconsult BV, Arnheim, Niederlande*. Sie wurde Ende 1982 ausgeschrieben.

Das Baugerät

Der in seiner Länge aussergewöhnliche Kanal bedingt für seinen Bau eine gezielte Wahl der Baugeräte. Die *Internationale Baugesellschaft (CCI)* verwendet dafür den Orenstein und Koppel (O&K)-Radkessel-Bagger, der bis 1970 den 97 Kilometer langen Chasma-Jhelum-Zweigkanal in Pakistan ausgehoben hatte. Solche Geräte werden von O&K Lübeck für den Abbau von Deckschichten über Kohle- und Mineralflözen gebaut. Das zur Verfügung gestellte Gerät bestand aus einem auf Raupen fahrbaren Bagger, einer Brücke für Bandförderung und einem auf Raupen fahrbaren Turm zum Verteilen des Aushubes. Sein Gewicht beträgt 2300 Tonnen. Es wurde an seinem Lagerplatz in 750 Teile zerlegt. Der Transport

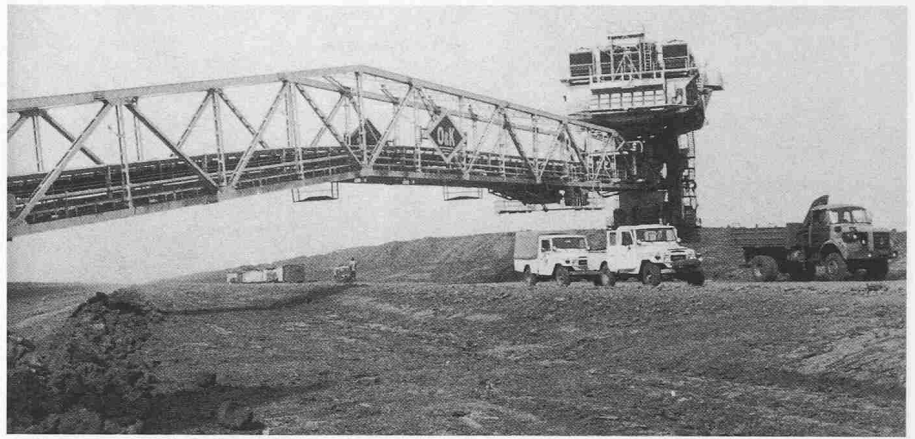
Querschnitt durch den Kanal östlich von Bor



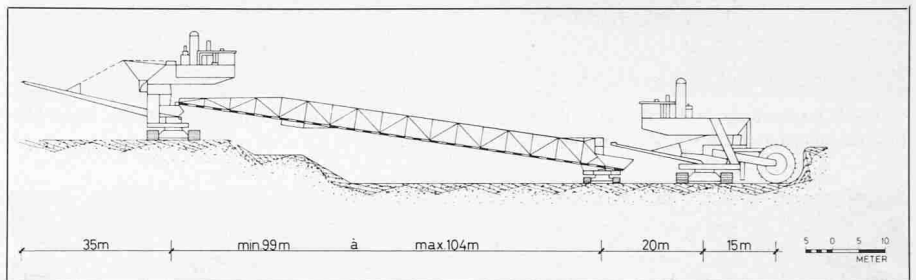
erfolgte von Karachi per Schiff nach Port Sudan und alsdann über 1200 Kilometer per Schmalspurbahn nach Kosti. Dort wurde die Fracht auf die firmeneigene «MS Marseille» umgeladen, worauf die Fahrt flussaufwärts über 600 Kilometer auf dem weissen Nil nach Sobat ging. Das Zerlegen, der Transport und der Wiederaufbau benötigten zwei Jahre. Die Bestandteile wogen 10 bis 50 Tonnen. Allerdings musste das Gerät dem Projekt und dem Aushubmaterial unter Wahrung seiner theoretischen Leistung von 8850 Kubikmetern je Stunde angepasst werden. Der Durchmesser des Baggerrades wurde von 10,9 Metern auf 12,5 Meter vergrößert und die Länge des Armes von 15,0 Metern auf 16,7 Meter weiter gespannt. Dies bedingte den Ersatz der zwei Elektromotoren von 360 KW durch solche von 426 KW, sowie eine Verstärkung des Getriebemotors von 58 KW auf 90 KW. Die 12 Eimer von 2 Kubikmetern Inhalt wurden mit 10 Zähnen versehen, und ein Rost aus Ketten verhindert das Haften des kohärenten Aushubmaterials in den Becken. Ursprünglich war das Gerät für Arbeit in Sedimenten mit Scherfestigkeiten von 1 bis 2 kg/cm² gebaut worden. Der Boden der Savanne besteht aus einer Deckschicht von «black cotton soil» bis zu einem Meter Mächtigkeit, unter der zäher, gelber Lehm mit einer Scherfestigkeit von 4 bis 6 kg/cm² ansteht. Das Gerät folgt einer Steuerung im Schnitt einer horizontalen mit einer vertikalen bestrichenen Laserebene. Auf eine Kanaltiefe von 4,5 Metern verursacht ein Höhenfehler von einem Zentimeter einen Aushub von 160 000 Kubikmetern!

Betrieb

Der Betrieb erfolgt in drei Schichten an sieben Wochentagen. Davon dient eine Schicht dem Geräteunterhalt. Die Baustelle wurde 1978 bezogen. Kilometer 100 ist bereits überschritten, und Mitte 1985 soll der Kanal ausgehoben sein. Der gewaltige Aushub umfasst aber nur die spektakulärste Phase des Auftrages. Als Vorbereitung muss das Gebiet des Kanals durch Rodung, den Bau der beidseitigen Dienststrassen und die Profilierung des Bodens erschlossen werden. Die Oberfläche wird bis auf Schnitthöhe ausgeebnet und erhält beidseits ein Gefälle, damit die Niederschläge zur Seite fließen können. Die Profilierung der Kanalufer besorgt eine Gruppe von Spezialgeräten. Für den Wechsel von Herden und Wildtieren sind die Böschungen bis auf 1:8 abzufachen, und der Boden ist zu verstärken. Böschungssicherungen mit Felswurf oder Textilien sind nur nach der



Radbagger mit Fördergeräten



Fördergerät des Radbaggers. Der Aushub vom Kanal wird auf der Brücke durch ein Band zum Turm geleitet. Von dort gelangt er über ein schwenkbare Band als Schüttung in den Damm

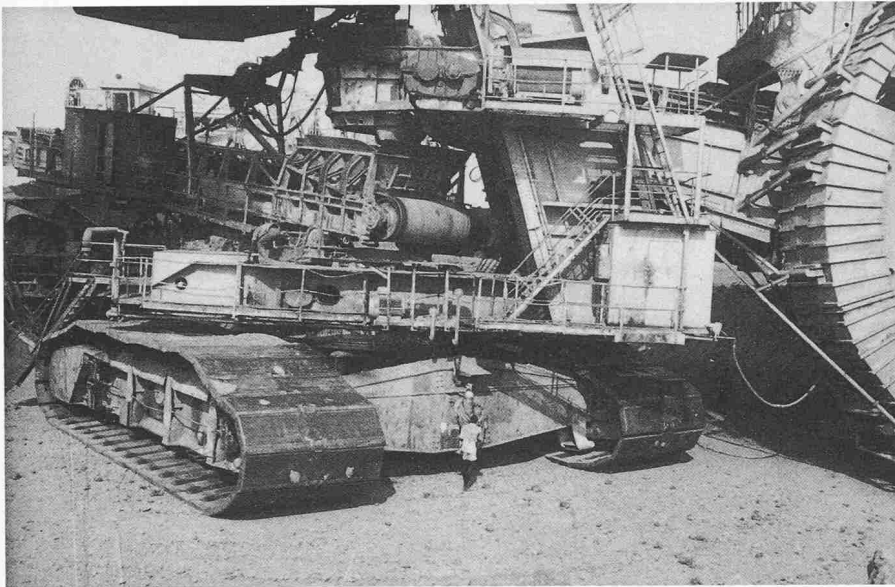
Fassung und vor dem Kanalende vorgesehen. Falls der Kanal der Wasserwirtschaft den erwarteten Nutzen bringt, so soll weiteres Wasser durch einen zweiten, parallel zu bauenden Kanal gewonnen werden.

Es stehen über 1000 Personen im Einsatz, von denen etwa ein Zwölftel ausländische Fachleute sind. Am Kanalende, wo die Arbeit begann, wurde das Basislager Sobat erstellt. Es besteht aus komfortablen vorfabrizierten Wohneinheiten. Die Dienstzweige sind in Containern eingerichtet, die als Altstoff zu etwa 1800 Fr. je Stück gekauft wurden. Durch Vereinigung derselben können Blöcke für Spital, Schule, Laden,

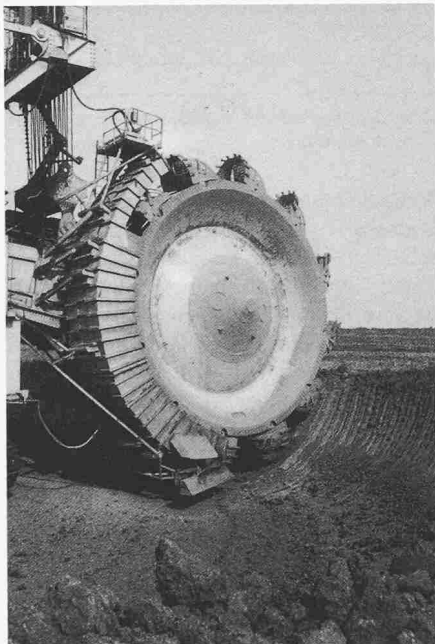
Schlachthaus, Wäscherei und andere Dienste – selbst ein Gefängnis – geschaffen werden. Ein vorgeschobenes Lager, das in Zelten untergebracht ist, liegt in der Nähe der Baustelle. Dieses wird in Etappen von 10 Kilometern nachgezogen. Nach dem Überschreiten der halben Kanallänge soll das Basislager nach Jonglei verlegt werden. Die Werkstätten sind mit vielseitigen Einrichtungen ausgerüstet, weil zwischen Khartum und Nairobi für Reparaturen nicht auf mechanische Betriebe abgestellt werden kann. Zur Belieferung der Kantine wurde sowohl ein Gemüsegarten als auch ein Obstgarten angelegt, in welchem etwa 20 Gärtner arbeiten. Der

Seitliche Aushubfläche im Kanal. Im Schnitt erscheint (hell) der «cotton soil», darunter (dunkel) der dunkle Mergel. Im Vordergrund liegt der von der Aushubstirne vom Radbagger aufgeworfene Boden. Die seitlichen Aushubflächen werden durch Schaufelbagger auf die bestimmte Böschung abgeschragt

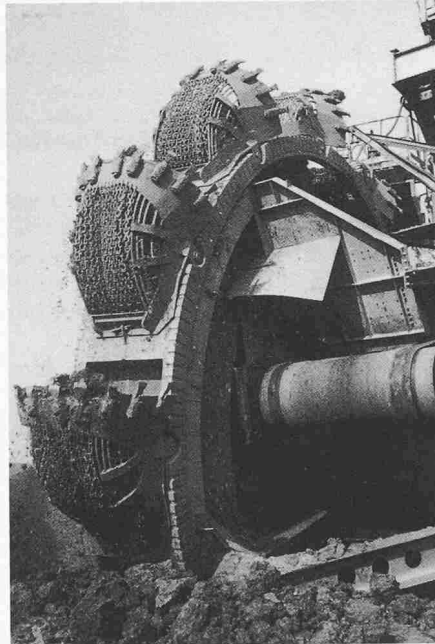




Fahrwerk des Radbaggers. Vor dem Joch der Raupen steht ein Mechaniker zum Grössenvergleich. In der Mitte ist das Längsband sichtbar, das den Aushub zur Schüttung bringt



Ansicht des Baggerades



Detailansicht des Baggerades, Durchmesser 12,5 m

Verkehr mit Khartum geschieht mit drei einmotorigen Cessna-Flugzeugen. Diese unterstehen einem Mechaniker und drei Piloten. Durch diesen Hinweis soll gezeigt werden, dass die Pflege der Infrastruktur bei abgelegenen Baustellen sorgfältig geplant sein muss und finanziell einen gewissen Aufwand bedingt, der in der Kalkulation zu berücksichtigen ist.

Der Bau des Jonglei-Kanals ist aus langer Sicht geplant worden. Er erfasst etwa einen Viertel des Zuflusses des Albert Nils, der aus dem Viktoriasee kommt. Diesem muss noch der Abfluss der Niederschläge aus den Sümpfen zugefügt werden, welche jetzt gänzlich verdunsten. Das ergibt aus dem Albert Nil 15 000 Millionen Kubikmeter und von Niederschlägen 40 000 bis 50 000

Millionen Kubikmeter je Jahr. Davon werden durch den Jonglei-Kanal 5000 bis 7000 Millionen Kubikmeter oder etwa 7 Prozent zurückgewonnen. Inwieweit sich dessen Biosphäre verändern wird, kann erst in einigen Jahren erkannt werden. Sicher ist aber, dass damit das Problem der Ernährung einer wachsenden Bevölkerung in Ägypten nicht gelöst, sondern nur um Jahre verschoben werden kann.

Vergleich zum Suezkanal

Ein Vergleich des Baugeschehens für den Jonglei-Kanal mit demjenigen des Suezkanals, das 115 Jahre zuvor stattfand, zeigt die Bedeutung der techni-

schen Dienste, die seither geschaffen wurden.

Die Erschliessung eines Schifffahrtweges durch den Isthmus von Suez ist ein seit alter Zeit erkanntes Begehren. Im Stabe von Napoleons Besatzungsarmee befand sich 1798 der bewährte Ingenieur *Charles de Père*. Ihn hatte das Direktorium beauftragt, die Anlage eines Kanals vom Mittelmeer nach dem Roten Meer zu erkunden. Da er zwischen den beiden Seespiegeln eine Höhendifferenz von 9 Metern vermutete, empfahl er dem Wege des Kanals, den die Pharaonen 2000 Jahre zuvor benützt hatten, zu folgen. Dieser führte über den Pelusischen Mündungsarm des Nils durch das Wadi Tumilat zu den Bitterseen und alsdann zum Roten Meer. Der Irrtum über den Seespiegelunterschied wurde erst 60 Jahre später durch Ingenieur *M.A. Linant de Bellefonds* berichtigt.

Hierauf befasste sich der Österreicher *Alois Negrelli*, der als Verkehrsfachmann in Zentraleuropa anerkannt war, mit dem Projekt. Dieses betraf einen Kanal von 161 Kilometern Länge mit einer Sohle von 22 Metern Breite bei einer Tiefe von 8 Metern. Aushub und Erdbewegungen wurden zu 85 Millionen Kubikmeter berechnet, wovon 10 Millionen Kubikmeter auf den Süswasserkanal vom Nil nach Ismailia und zu den Baustellen gegen Norden sowie gegen Süden entfielen. Der Kostenvorschlag von 1858 nannte in Französischen Franken:

Aushub, Erdbewegung	FF 72 000 000.-
Kunstabauten	FF 69 920 000.-
Maschinen, Nebenanlagen	FF 14 313 200.-
Subtotal	FF 156 233 200.-
Verwaltung, Zinsen	FF 28 766 800.-
Total	FF 185 000 000.-

Der Aushub war zu 0,85 FF/m³ veranschlagt. Der Bau des Kanals dauerte von 1859 bis 1869. Seine Kosten betragen 432 807 000 FF oder das 2,34fache der Schätzung.

Den unbeirrbaren Willen zum Bau des Suezkanals hatte der französische Diplomat *Ferdinand de Lesseps*. Er hat mit 27 Jahren als Vizekonsul in Alexandrien den Dienst angetreten und wurde später zum Generalkonsul ernannt. Dort entstand seine Freundschaft mit *M.A. Linant de Bellefonds*. Er genoss auch das Vertrauen des Vizekönigs, *Mohammed Ali*, und verstand sich sehr gut mit dessen zweitem Sohn, *Mohammed Said*. Nach Posten in anderen Städten, kehrte er später ins Privatleben zurück, das er dem Plane des Kanals durch die Meerenge von Suez widmete. Als Mohammed Said zum Vizekönig ernannt wurde, begab sich Ferdinand de Lesseps wieder nach Ägypten. Dort gelang es ihm, von Mohammed

Said am 30. November 1855 die Unterschrift für die erste Konzession zum Kanalbau zu bekommen. Ferdinand de Lesseps gründete hierauf die *Compagnie Universelle du Canal Maritime de Suez*. Die Konzession bestätigte ihr Recht für den Betrieb des Kanals nach dessen Eröffnung während 99 Jahren. Sie verausgabte 400 000 Aktien zu 500 FF für ein Kapital von 200 000 000 FF. Ägypten stellte für den Kanalbau 20 000 Fronarbeiter. Davon mussten 15 000 Mann vorerst den Süswasserkanal anlegen, der Ende 1863 fertig war. Als die Fron 1864 abgeschafft wurde, entstand eine bedeutende Störung der Bauarbeiten. Zu ihrer Bewältigung mussten nun dampfbetriebene Baugeräte und ausländische Arbeiter eingesetzt werden. Derweil betrieb Grossbritannien über seine Diplomatie eine heftige Intrige gegen den Kanalbau und bearbeitete vor allem die Hohe Pforte in Konstantinopel. Es brauchte eine starke Persönlichkeit, um allen Hindernissen dieses Baugeschehens zu trotzen

und den Schutz von Kaiser Napoleon III. Am 17. November 1869 konnte der Suezkanal mit grossem Prunk eröffnet werden. An der Spitze der Flottenparade fuhr die französische Yacht «Aigle» mit Kaiserin Eugenie als Ehrengast an Bord.

Der Suezkanal hat die in ihn gehegten Hoffnungen erfüllt. Er hat nun eine Länge von 171 Kilometern. Achtmal wurde der Kanal erweitert. Die letzte Erweiterung wurde 1980 abgeschlossen. Ihre Kosten betragen 1275 Mio US\$. Die Fahrinne misst jetzt in der Sohle 168 Meter bei einer Wassertiefe von 21 Metern. Bei der Nationalisierung im Jahre 1956 erwartete Ägypten aus den Kanalzöllen eine Einnahme von 36 500 Mio FF. Diese sollten zum Bau des Gross-Assuan-Stausees verwendet werden.

Der Suezkanal verzeichnete 1980 einen Warenstrom von 281 300 000 Tonnen und 1981 die Durchfahrt von etwa 20 000 Schiffen.

Literaturverzeichnis

- Gruner, E.: «Der Wasserhaushalt im Nilbecken», Schweizerische Bauzeitung, 65. Jahrgang, Nr. 42, 18. Oktober 1947
- Report of the Jonglei Investment Team: «The Equatorial Nile Project and Its Effects in the Anglo-Egyptian Sudan», Cairo, 1954
- Ahmed, A.A.: «Recent Developments in Nile Control», Proceedings, The Institution of Civil Engineers, London, Paper No. 6102, 1960
- Lebzeltel, H.: «Gedanken an Alois Negrelli», Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 13. Jahrgang, Heft 5, 1969
- Nyary, J.: Bericht: Horacek Milan, Photo: «Das Moloch vom Sudd», GEO, C 2498 E, Juli 1979
- Engineering News Record: «Canal Cuts Swath Through Sudanese Swamp», ENR, September 17, 1981
- Dickinson, H., Wedgwood, K.F.: «The Nile Waters: Sudan's Critical Resource», Water Powers and Dam Construction, January/February 1982
- Neue Zürcher Zeitung: «Ägyptens solideste Einnahmequelle. Der Suezkanal im Zeichen weiterer Ausbauphasen», NZZ, Nr. 133, 12./13. Juni 1982

Adresse des Verfassers: Eduard Gruner, dipl. Ing. ETH/SIA, Rüttimeyerstrasse 58, 4054 Basel.

Anwendung der Empfehlung SIA 384/1 «Warmwasserzentralheizungen» in der Planung

Im Herbst 1981/Frühjahr 1982 sind zwei Arbeiten durch SIA-Kommissionen publiziert worden, die für die wärmetechnische Planung von Hochbauten von Interesse sind. Es handelt sich um die Empfehlung SIA 384/1 «Warmwasser-Zentralheizungen» und die Dokumentation 48 «Sonnenenergienutzung im Hochbau». Die wichtigsten energierelevanten Aspekte obgenannter Arbeiten werden anhand eines Beispiels - die Planung eines Mehrfamilienhauses - erläutert.

Integrale Gebäudeplanung

«Die Empfehlung SIA 384/1 Warmwasser-Zentralheizungen vermittelt technische Anforderungen für Warmwasser-Zentralheizungen. Sie unterscheidet zwischen Mindestanforderungen, die in jedem Fall zu erfüllen sind, und Richtwerten, die im Sinne einer rationalen Energienutzung, unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, angestrebt werden sollten.»

Die Unterscheidung zwischen Mindestanforderungen und Richtwerten hat den Vorteil, dass einerseits klare Minimalwerte festlegbar sind, die für jeden Fall erfüllbar sind (diese Werte müssen nicht sehr streng sein) und andererseits Zielwerte angegeben werden, welche sehr strenge Massstäbe für energiegerechte Bauten bedeuten.

So sollen nach [1] alle Möglichkeiten für die Reduktion der Wärmeverluste vor Auslegung des Heizsystems untersucht werden, wobei die Bestimmungen in der Empfehlung SIA 180/1 «Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau» nur als Mindestanforderung zu betrachten sind.

Auf das Beispiel Mehrfamilienhaus (MFH) bezogen, bedeutet dies, dass anstelle eines k-Wertes von $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Fassade, aufgrund einer Jahreskostenoptimierung (Energiekosten, Kapitalkosten: Mehrinvestition für Zusatzisolation), ein Wert von $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ gewählt wird. Tabelle 1 zeigt das Beispiel MFH, wobei der Energiebedarf für Raumheizung und Warmwasser von $395 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$ auf $312 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$ reduziert werden konnte. Da gleichzeitig die Leistung der Heizzentrale (Annahme Ölkessel) um 25% reduziert wurde,

sind namhafte Einsparungen im Bereich Heizung zu erwarten.

Wärmeerzeugung

«Der Wärmeerzeuger ist gemäss Empfehlung SIA 384/2 zu dimensionieren. Ein möglichst günstiger Jahreswirkungsgrad (für Heizkessel 80...85%) ist anzustreben. Es ist von Vorteil, den Jahreswirkungsgrad im Werkvertrag mit dem Heizungsunternehmer aufzunehmen» [1].

Dies bedeutet für das Beispiel MFH, dass

- a) ein Kessel mit 2% Bereitschaftsverlust angeschafft wird
- b) die Abgastemperatur mit 120°C gewählt wird (korrosionsfester Kessel und Kamin)
- c) eine Überdimensionierung des Kessels vermieden wird. Dabei wird die neue Fassung der SIA-Empfehlung 384/2 für die Dimensionierung verwendet. Bei richtiger Wahl des Kessels ergibt sich eine Brennerlaufzeit von 30% (oder mehr), bezogen auf die Bereitschaftszeit der Heizung. Dieser Wert wird dann in der Praxis durch einen Betriebsstundenzähler kontrolliert
- d) die Warmwasserbereitung erfolgt im Sommer elektrisch oder mit Sonnenkollektoren.

Bei dieser Auslegung ergibt die in der Empfehlung SIA 384/1 angegebene