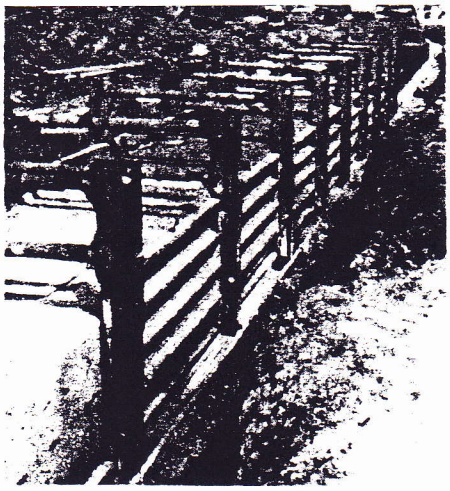
9 Tiefbau Ingenieurbau Straßenbau

September 1982 Eine Bertelsmann Fachzeitschrift für Verfahrenstechnik und Bauausführung 24. Jahrgang

ISSN 0340-5099



Verbautyp KR-DG als Schalungsträger bei Fundamentarbeiten im Einsatz (Foto: Krings-Verbau)

Variable Steuerung und Datenerfassung in der bodenmechanischen Versuchstechnik 519
Einen Überblick über die einzelnen Meßverfahren für Labor und Praxis geben Dipl.-Ing. *E.-W. Raabe*, Dr.-Ing. *W. Schnell* und Dipl.-Ing. *W. Sondermann* und stellen die Vorteile der Verfahren heraus.

Betriebspraktische Forderungen zur Betonherstellung 529
Prof. Dr.-Ing. *Harald Beitzel* analysiert, wie weit das Mischergebnis von der Art des Betonmischers und des Mischverfahrens beeinflußt wird.

Vakuumieren von Betonflächen 542
Nach einer Einführung in die physikalischen Zusammenhänge des Betons und in die Grundlagen der Vakuumbehandlung vermittelt Dipl.-Ing. *Horst Röthig* einen Überblick über die Technik des Vakuumierens und die dazu erforderlichen Geräte.

Wirtschaftliche Lehrgerüste in Nagelplattenkonstruktion 555
Dipl.-Ing. *Wolfgang Ruske* erläutert die Funktionsweise eines einfachen, aber weitgehend unbekannten Verfahrens zur Verbindung von Holzträgern bei der Erstellung von Fachwerken.

Instandsetzung von Brückenbauwerken 557
Ing. (grad.) *E. Koenen* berichtet von Arbeiten, die zur Instandsetzung von Betonbauteilen erfolgreich durchgeführt wurden.

Zur Bemessung des Spannstahlbetons, Teil 3 570
Im abschließenden Teil seiner Ausführungen beschäftigt sich Dr.-Ing. *Johann Jacob Rieve* mit Grenzgraden, Schubnachweisen und verschiedenen Tragwerken bevor er eine abschließende Ergebniserörterung gibt.

Planung und Bau einer Hafenanlage in Nigeria 578
Zum Umschlag der großen Erdölexportmengen Nigerias sind moderne Hafenanlagen erforderlich. Dipl.-Ing. *B. Blank*, Ing. (grad.) *I. Legall* und Dipl.-Ing. *G. Waissi* berichten vom Bau des Flußhafens in Onne.

Kurzinformationen

1,5 Millionen m³ Staudamm verdichtet 539
Lennetalbrücke wird repariert 550
Ein Angebot der BML 568
Zementabsatz gesunken 568
Für eine Straßenbaustelle haften Behörde, Bauunternehmer, Bauführer 586
Römerbrücke in Trier wurde saniert 586

Berichtigung 538

Maschine · Nutzfahrzeug 588

Gerät · Anlage 589

Journal 589

Veranstaltungen 592

Vorschau TIS 10/82

Unterirdische Atomkraftwerke
Wasser-, Kohle- und Kernkraftwerke
Standortfragen für Kernkraftwerke
Talsperren im Ostharz
Tendenzen im Säureschutzbau
Kraftwerksgruppe Fragant/A
Zivilschutzbauten
Lärmschutz
Grundzüge einer Tiefbauklimatologie, Teil 4
XXVI. ABG-Tagung

hen. Die Vorspannung mit ihren Anteilen Z_{av} und Z_{iv} verbessert aber sehr wohl das Rißverhalten des Stabes, weil Z_{av} verschwindet und Z_{iv} geweckt wird, sobald der Stab in den Zustand *II* kommt. Und nur diesen Zustand will man durch die Vorspannung verbessern. Die in [2] vorgeschriebene Rechnung im Zustand *I* besagt hier nichts. Wie Tafel 2 verdeutlicht, kommen bei den Tragzuständen K_{TB} die Zwänge nur als Z_{iv} beim Spannstahlbeton in die Rechnung hinein, für die Verformzustände K_{ε} auch für (2) und (3). Man rechnet sie den Geometrien zu. Damit bemessen alle Verbundbaustoffe (1) bis (4) aus einer Tafel, aufgestellt über den Laufwert μ/μ_G [4]. (1) bis (3) gehen für K_{TB} in diese Tafel mit der vorhandenen Geometrie μ, (4) mit der rechnerischen Geometrie μ^* ein, für K_{ε} stehen auch bei (2) bis (4) rechnerische Geometrien. Was Vorspannung bedeutet, zeigt sich in jedem dieser Fälle beim Grenzgrad μ_G. Der Rechengrad des Spannstahlbetons beträgt nach Gl. (19 b) mit $\Delta\sigma_e \blacktriangleright o$ nach Gl. (26)

$$\mu^* = \mu^{II} + \mu^{I}\gamma \frac{\sigma_{eF}^{I}}{\sigma_{eF}^{II}} \qquad (29\ a)$$

In die Bemessungstafeln geht man mit μ^*/μ_G^{II}. Der Grenzgrad μ_G^* nach Gl. (23 a) grenzt nur den Stahlbereich ab. Nähert man nach Gl. (29 a), gilt auch für den Grenzgrad überschläglich

$$\mu_G^* = \mu_G^{II} - \mu^{I}\gamma \frac{\sigma_{eF}^{I}}{\sigma_{eF}^{II}} \qquad (29\ b)$$

Wie die Gl. (29) zeigen, verbessert der Spannstahlbeton die Geometrie entsprechend dem 2. Term der rechten Seite. Diesem Vorteil steht ein Nachteil im Rißverhalten gegenüber. Das Rißverhalten ist wegen $\Delta\sigma_e \approx o$ nur an μ^{II} gebunden. Es verschlechtert sich mit dem abnehmenden Verhältnis

$$k_4 = \frac{\mu^{II}}{\mu^{I}\gamma\sigma_{eF}^{I} / \sigma_{eF}^{II}} \qquad (30)$$

Der Grenzübergang $K_4 \blacktriangleright o$ mit $\mu^{II} \blacktriangleright o$ bringt auch eine verschwindende Rißfestigkeit.

Der Spannstahlbeton ist allgemein anwendbar, also für Brücken, für Hochbautragteile und für Platten. Er verbessert K_{ε} und gleichzeitig K_T. Gegenüber den Verbundbaustoffen (2) und (3) hat er den weiteren Vorzug, keine hochwertigen Stähle zu verlangen. Das Kriechen bedeutet bei ihm nicht viel. Es ist nicht richtig, den Begriff Spannstahl mit hoher Stahlgüte gleichzusetzen. Der Begriff Spannstahl gehört zum Spannvorgang und nicht zur hohen Stahlgüte. Spannstähle sind solche Stahleinlagen, die vorgespannt einliegen und dabei einen Zwang erzeugen, er sei Tragwerkszwang Z_{av} oder Querschnittszwang Z_{iv}. Den Spannstahlbeton kennzeichnet die Tragwerkskenngröße *D*. Sie legt fest, wie Lasten die Bündelkraft oder Bündelspannung ändern. Bei den heute als Spannstähle benutzten Stahlgüten verschwindet diese Spannungserhöhung $\Delta\sigma_e$ gegenüber der Vorspannung σ_{ev}, und *D* bedeutet nur etwas für K_{ε}. An dieser Stelle sollte eine Vorschrift es dem Ingenieur überlassen, wie und wie genau er rechnen will. Die Parameter der Kenngröße *D* sind in der Reihe ihres Einflusses: Schlankheit, Lastgeometrie, Querschnittsgeometrie des Betons und des Stahles, Bündelnetz. Bei Platten erscheint es möglich, nur die Schlankheit *h/l* einzubeziehen, vorausgesetzt, für die Last steht Gleichlast und das mit einem Verhältnis ständige Last zu Nutzlast von $g/p = k_5 \geqq 2$. Für $k_5 < 1$ muß man als weitere Parameter die Lastgeometrie und Bündellänge mitnehmen. Eine genauere Kenngröße *D* braucht man, wenn die Spannstahlgüte sich der Schlaffstahlgüte nähert.

Bei den Schubnachweisen ist das Stanzen bei den Flachdecken zu beachten. Die heute empfohlene Bündelführung hat sowohl für das Stanzen als auch für den Vorspannzwang Nachteile. Sie mindert die Querschnittsgeometrie und bringt zunehmenden Tragwerkszwang.

12 Zusammenfassung

Mit dem Spannstahlbeton verfügt der Ingenieur über einen weiteren Verbundbaustoff, der seine Vor- und Nachteile hat. Wie er anzuwenden ist, sollte die Praxis erproben und nicht eine Vorschrift vorzeitig festsetzen. Der Spannbeton legt offen, daß der heute gängige Begriff Spannbeton nicht das deckt, was die Vorspannung zu leisten vermag. An den Zwängen verdeutlicht sich, wie mit der Vorspannung zu arbeiten ist.

□

Planung und Bau einer Hafenanlage in Nigeria

Dipl.-Ing. B. Blank, Neubiberg, Ing. (grad.) I. Legall, Neu-Isenburg und
Dipl.-Ing. G. Waissi, G.E.R.I.-Consult, Frankfurt

Die Ausbeutung deer Erdölvorkommen und das rasante Ansteigen der Erlöse aus den Erdölverkäufen hat Nigeria in die Lage versetzt, die wirtschaftliche Entwicklung intensiv voranzutreiben. Im Rahmen des Ausbaus der Infrastruktur wurde bei Port Harcourt eine Hafenanlage erstellt. Planung und Ausführung lag in den Händen deutscher Ingenieure und Techniker.

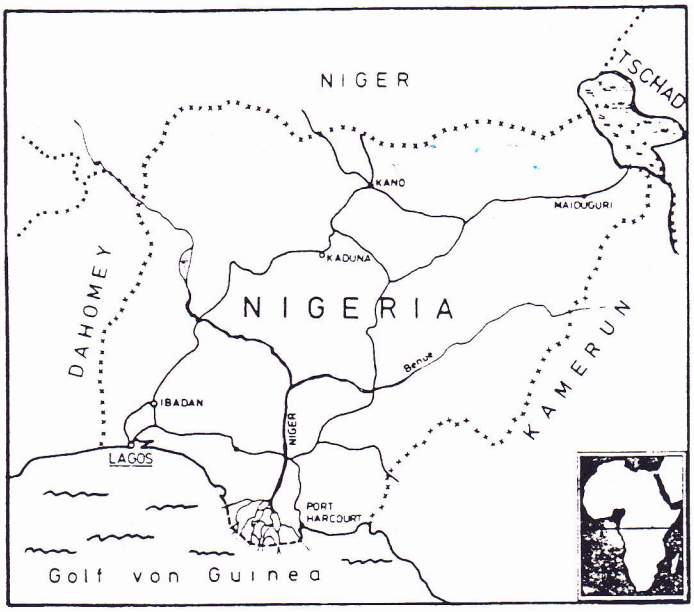
1 Die Situation im Lande

Die westafrikanische Bundesrepublik Nigeria (Bild 1) grenzt im Westen an Dahomey, im Norden an die Republik Niger und im Osten an den Tschad und Kamerun. Die Küste am Golf von Guinea im Süden des Landes hat eine Länge von ca. 800 km. Das Staatsgebiet ist mit einer Fläche von 923 768 km² etwa 3,5mal so groß wie das Territorium der Bundesrepublik Deutschland, was rd. 3 % des afrikanischen Kontinents entspricht. Im Jahre 1980 wurde die Einwohnerzahl auf 77 Mio. geschätzt (20 % der Bevölkerung Afrikas) [1]. Mit einer Bevölkerungsdichte von 83 E/km² steht Nigeria an der Spitze der afrikanischen Länder.

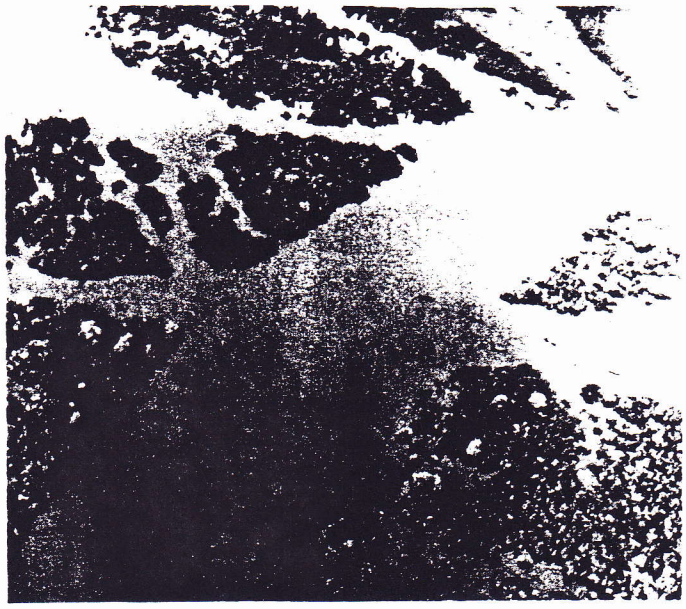
Landeshauptstadt ist die Küstenstadt Lagos mit etwa 3,5 Mio. Einwohnern. Im Landesinneren bei Abuja, wo ein angenehmes Klima herrscht, soll jedoch eine ganz neue Hauptstadt aus dem Boden gestampft werden.

Die wichtigsten Völker sind Hausa und Fulbe im Norden, Yoruba im Südwesten und Ibo im Südosten des Landes. Die vorwiegend in den nördlichen Regionen lebenden Moslems stellen rd. die Hälfte der Bevölkerung. Etwa 35 % sind Christen. Sie sind vor allem im Süden des Landes ansässig.

Nach britischer Kolonialherrschaft wurde Nigeria im Oktober 1960 unabhängig, die Amtssprache blieb Englisch. Der bald darauf folgende knapp vier Jahre wütende Bürgerkrieg – er endete im Januar 1970 mit der Kapitulation der Ostregion Biafra – hatte wirtschaftlich und politisch tiefe Narben hinterlassen. Seit dem 1. Oktober 1979 hat das Land nach mehreren Militärregierungen nun wieder eine aus freien Wahlen hervorgegangene Zivilregierung.



1 Übersichtskarte von Nigeria



2 Luftaufnahme vom Nigerdelta [3]

Die bedeutendsten Flüsse sind Niger, Benuë und Cross River. Auf Grund seiner geographischen Lage und seiner verhältnismäßig großen Nord-Süd-Ausdehnung hat Nigeria Anteil an drei Klima- und Vegetationszonen:

☐ Im Küstenbereich einschließlich dem Nigerdelta herrscht tropischer Regenwald vor, durchsetzt von Mangrovensümpfen und Lagunen (Bild 2). Dieser Bereich ist durch gleichmäßige Wärme (20°–30°C) und Schwüle charakterisiert. Die Niederschlagsmengen entsprechen einem Mehrfachen der bei uns üblichen Werte.

☐ In einem mittleren Klimagürtel ist Feuchtsavanne mit Savannenwäldern und Grasland anzutreffen, übergehend in die

☐ Trockensavanne im Norden des Landes, wo auch stellenweise Ausläufer der trockenen Sahelzone zu finden sind.

Die Währung Nigerias ist der Naira (₦) = 100 Kobos, der umgerechnet einen Wert von ca. 3,60 DM hat. Im Jahre 1980 hatte der Export ein Volumen von 12,8 Mrd. ₦. Der Anteil des Ölverkaufs daran lag bei 95 %. Viertgrößter Abnehmer war die Bundesrepublik Deutschland. Die Einfuhren hatten dagegen nur einen Wert von 9,4 Mrd. ₦, wobei Großbritannien und Deutschland die Liste der Importeure anführten [1]. Wichtigster Wirtschaftsfaktor des Landes ist das Erdöl. Aus den Ölverkäufen stammen 90 % der Deviseneinnahmen und 80 % der Staatseinnahmen [2]. Mit rd. 100 Mio. t gefördertem Erdöl in 1980 stand Nigeria auf Rang sieben der Erzeugerländer. Experten schätzen, daß die Reserven noch für 20–25 Jahre ausreichen werden.

Neben den heutzutage wichtigsten Bodenschätzen Erdöl und Erdgas – es wird zum größten Teil nicht genutzt, sondern abgefackelt – ist noch eine breite Palette an sonstigen Rohstoffvorkommen bekannt. Eine Industrieproduktion existiert in den Bereichen Textil, Leder, Metallwaren, Chemie und Bauwesen. Drei Raffinerien leisten einen Teil der erforderlichen Erdölaufbereitung. Zwei Eisen- und Stahlwerke sind derzeit im Entstehen.

Die Landwirtschaft ist nach dem Ölsektor der zweitwichtigste Wirtschaftszweig. Als bedeutendste Grundnahrungsmittel werden Yam, Cassava (Maniok), Sorghum und Hirse angebaut. Für den Export sind vor allem die folgenden Agrarerzeugnisse wichtig: Kakao (viertgrößter Produzent der Welt), Erdnüsse, Palmkerne und -öl (zweitgrößter Erzeuger der Welt), Kautschuk, Baumwolle, Sesam und Holz.

Nigeria ist u. a. Mitglied des Commonwealth und der Organisation erdölexportierender Länder (OPEC).

Das Eisenbahnnetz, das im wesentlichen aus zwei Nord-Süd-Verbindungen besteht, hat eine Länge von ca. 3500 km. Die Binnenwasserstraßen werden nicht nur für den Gütertransport, sondern auch im Personennahverkehr vielfältig genutzt (Bild 3). Mit über 90 000 km Straßen, wovon etwa 15 000 km asphaltiert sind, ist Nigeria zwar im Vergleich mit anderen afrikanischen Ländern relativ gut versorgt, die hohe Bevölkerungsdichte erfordert jedoch noch große Anstrengungen auf diesem Gebiet.

Neben den internationalen Flughäfen in Lagos, Kano und Port Harcourt stehen noch etwa zehn weitere Flugplätze von regionaler Bedeutung zur Verfügung. Die wichtigsten Seehäfen sind in Lagos, Port Harcourt, Warri, Sapele und Calabar.

2 Der Flußhafen Federal Lighter Terminal, Onne

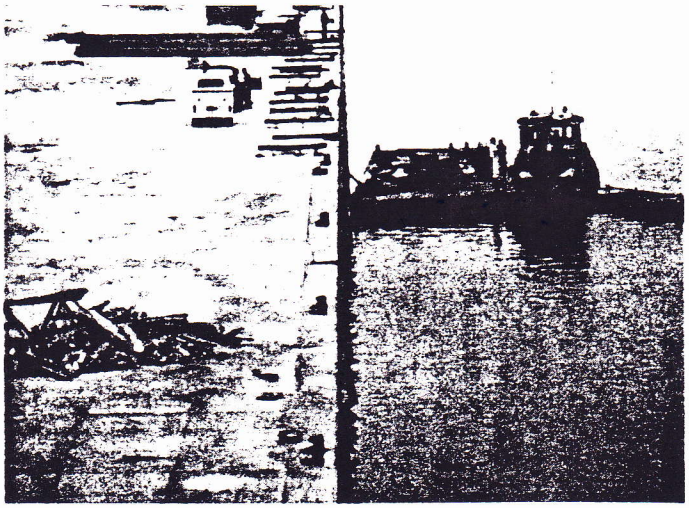
2.1 Ziel und Zweck der Baumaßnahme

Der größte Teil der Erdölvorkommen befindet sich im Bundesstaat »Rivers State«, der etwa mit dem Ästuargebiet des Niger identisch ist. Dieser Teilstaat mit seiner Hauptstadt Port Harcourt war und ist in besonderem Maße an der wirtschaftlichen Entwicklung Nigerias beteiligt.

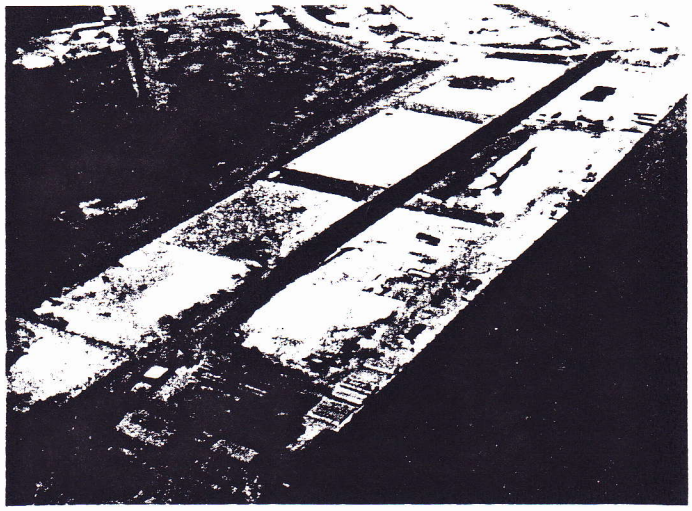
Anfang der 70er Jahre war wegen des stark gestiegenen Außenhandels die Kapazität der nigerianischen Seehäfen erschöpft, und es gab Zeiten, in denen Frachtschiffe monatelang vor Reede auf das Löschen ihrer Ladung warten mußten.

Die nigerianische Hafenbehörde (Nigerian Ports Authority) ergriff daher Maßnahmen zur Verbesserung der Situation. So wurden u. a. Planung und Bau einer Hafenanlage beim Dorf Onne, etwa 30 km von Port Harcourt, am Bonny River, in Küstennähe, in Auftrag gegeben.

Das Projekt hatte einen Auftragswert von rd. 120 Mio. DM und war in zwei Phasen abzuwickeln. Phase I umfaßte im wesentlichen die Tiefbauarbeiten. In der zweiten Bauphase waren die Hochbauten zu erstellen mit allen notwendigen Ver- und Entsorgungseinrichtungen und -leitungen. Die Ausführung lag in den Händen der örtlichen Baufirma Horicon Ltd., an der die deutsche Philipp Holzmann AG mit dem in Nigeria für Auslandsgesellschaften höchstzulässigen Anteil von 40 % beteiligt ist. Die Planung der Phase II wurde von G.E.R.I.-Consult, Frankfurt, im Unterauftrag der Horicon durchgeführt. Bild 4 zeigt eine Luftaufnahme der Baustelle.



5 Kaimauer aus Spundwand mit Kopfbalken [3]



6 Verlegen der Verbundsteine für Lkw-Parkplatz [3]

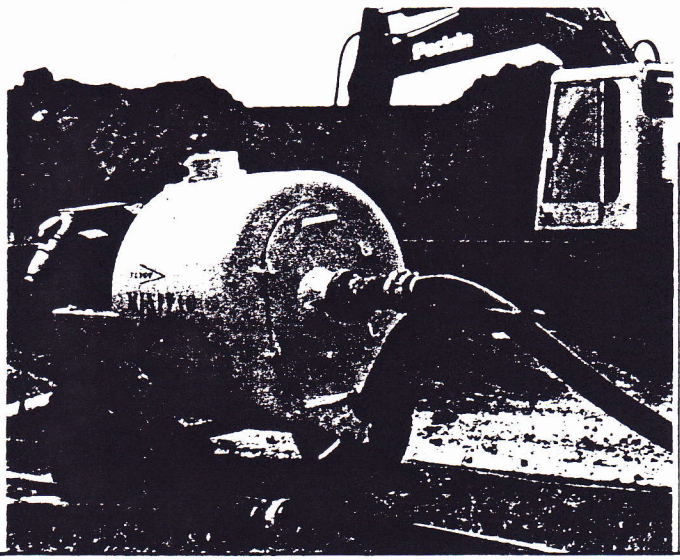
ner Tragschicht versehen, die für Schwerlastverkehr bemessen ist.
Die starken Niederschläge vor allem in den beiden Regenzeiten erforderten entsprechende Maßnahmen zur Ableitung des Oberflächenwassers und zur Vermeidung von Erosionen. Fast 3 km lange offene Gräben mit einer Sohlenbreite bis zu 5 m und ein 1,2 km langer abgedeckter Drainagekanal wurden zu diesem Zweck gebaut.
Außerhalb der eigentlichen Anlage, entlang der Zufahrtstraße, wurde im Bereich des gewachsenen Bodens ein Parkplatz für Lastkraftwagen vorgesehen. Auf einer Fläche von 210 x 150 m² wurde auf hydraulisch gebundener Tragschicht ein Verbundpflaster verlegt, dessen Steine (h = 15 cm) wegen Annahme überhöhter Radlasten allseitig mit den Nachbarsteinen verzahnt sein mußten (Bild 6).
Nach Fertigstellung des Kais und der Naßbaggerarbeiten ließen die topographischen und geologischen Gegebenheiten eine Aufteilung des Baustellenareals in zwei Abschnitte zu:
Als Geländeabschnitt I möchten wir den rund 220 m breiten Streifen entlang der Spundwand bezeichnen, in dem der Flußsand teilweise bis zu einigen Metern Schichtdicke aufgespült worden war und wo man mit erheblichen Setzungen rechnete. Die Geländeoberkante liegt hier zwischen einem und zwei Metern über dem mittleren Wasserstand. Der Grundwasserspiegel stellte sich wegen der Stauwirkung der Spundwand bei ca. 80 cm unter GO ein.
Landseitig geht das Geländerelief dann in gewachsenen Boden über und steigt auf 5 m über Mittelwasser an (Geländeabschnitt II).

Ihr Schäfchen ins Trockene.

Für die geschlossene Wasserhaltung
FLYGT Grundwasserabsenkanlagen Multivac VE und Minivac VE
- vollautomatisch
- vollwirtschaftlich
- anpassungsfähig
- wartungsarm
- zuverlässig wie FLYGT Tauchmotorpumpen:
- hinstellen – einschalten – laufen lassen.

FLYGT

...und FLYGT hat den großen PUMPEN-FACHSERVICE



COUPON

Bitte senden Sie an nachstehende Anschrift ausführliche Informationen über
☐ FLYGT Steuergerät FPC 80
☐ FLYGT Baugruben-Tauchmotorpumpen
☐ FLYGT Grundwasser-Absenkanlagen

Name
Firma
Straße
Ort
Telefon

3 Kanu als Transportmittel [3]

4 Luftaufnahme der Baustelle ONNE [3]

2.2 Tiefbau

Das gesamte Areal der Hafenanlage hat eine Ausdehnung von ca. 36 ha. Die Tiefbauarbeiten bestanden aus folgenden Einzelmaßnahmen:

- ☐ Spundwand mit Kopfbalken (einschließlich Fender und Poller)
- ☐ Aufspülung mit teilweisem Bodenaustausch
- ☐ Ausbaggerung des Flußbettes in Hafenbereich und Zufahrtkanal
- ☐ Asphaltbefestigung der Fahrwege
- ☐ Abdeckung der Lagerflächen mit Betonplatten
- ☐ Entwässerungsgräben
- ☐ Lkw-Parkplatz.

Als Ufereinfassung war eine 1260 m lange Kaimauer (Bild 5) in Form einer Spundwand mit Stahlbetonkopfbalken zu errichten, die etwa in der Mitte entsprechend der Flußkrümmung einen Knick von 45° aufweist. Im Schutze dieser Spundwand wurde ein Bereich von 250 000 m² mit Sand aufgespült und verdichtet, wobei oberflächennahe Bodenschichten mit pflanzlichen Einschlüssen vorher zu entfernen waren. Der Sand wurde mittels Naßbagger-Schiff hydraulisch aus dem Flußbett über die Spundwand befördert. Durch die Ausbaggerung der erweiterten Fahrrinne können Schiffe bis zu 4,00 m Tiefgang und einer Zuladung von 3000 t anlegen.

Als Befestigung des knapp 30 m breiten Verladebereiches entlang der Kaimauer und für die neun Lagerbereiche wurden großflächige Betonplatten gewählt (2 x 2 m²), um spätere Setzungen ohne größeren Aufwand durch Auffüllung ausgleichen zu können.
Die dazwischen verlaufenden Fahrwege und die Zufahrtstraße wurden mit ener Asphaltdecke auf hydraulisch gebunde-

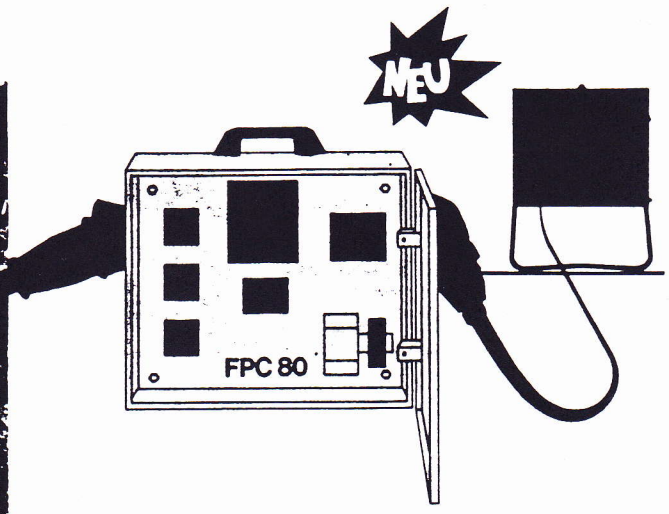
FLYGT Pumpen. Damit bringen Sie

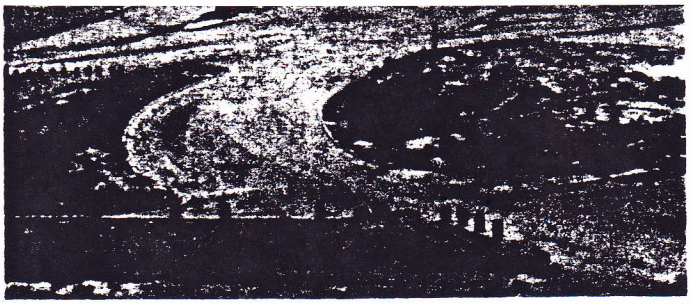
In der offenen Wasserhaltung sorgen FLYGT Baugruben-Tauchmotorpumpen für eine trockene Baustelle von Grund auf. Nach über 30 Jahren Bauerfahrung sind die FLYGT BS-Pumpen mit allen Wassern gewaschen – von der kleinsten BS 2051 mit 370 l/min bis zur dicken Bertha mit 20.000 l/min. Denn alle FLYGT Pumpen arbeiten nach einem bewährten Konstruktionsprinzip.

- Überflutungssicher
- kompromißlos trockenlauffähig
- lageunabhängig
- unempfindlich gegen Schmutzbeimengungen.
- Ohne Aufsicht, ohne Wartung, Tag und Nacht.

Jetzt können Sie Ihre FLYGT Pumpen mit "Köpfchen" arbeiten lassen:
FPC 80 wassermengenabhängige Intervallschaltung zur Betriebskostensenkung.
FPC 80 schaltet die Pumpe dem Wasserzulauf angepaßt ein

- arbeitet baustellengerecht ohne äußere Abtastorgane
- amortisiert sich in wenigen Monaten durch Senkung der Pumpenbetriebskosten
- ist mit wenigen Handgriffen einzustellen, arbeitet ohne Überwachung
- und kann für verschiedene Pumpen angewendet werden.





7 Feuerwehrhaus und Erste-Hilfe-Station [3]

8 Blick auf Verwaltungsgebäude und Hafeneinfahrt [3]

2.3 Hochbau

Im Rahmen der zweiten Bauphase waren alle für den Betrieb der Hafenanlage notwendigen Gebäude und Versorgungseinrichtungen zu planen und zu erstellen.

Der ursprüngliche Lageplanentwurf des Bauherrn sah die Plazierung der meisten Gebäude im Geländeabschnitt I vor. Die Auswertung umfangreicher Drucksondierungen und Kernbohrungen ergab jedoch, daß wegen unzureichender Tragfähigkeit der oberflächennahen Schichten in jedem Fall auf Pfählen gegründet werden mußte. Zusätzliche Schwierigkeiten ergaben sich durch den hohen Grundwasserstand. So hätten die unterirdischen Kraftstofftanks der Tankstelle mit hohem Aufwand gegen Auftrieb gesichert werden müssen.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wurde daher überprüft, welche Bauwerke statt im wassernahen in dem gewachsenen Bereich erstellt werden konnten, ohne die Funktionsfähigkeit des Bauwerkes oder die Abwicklung des Hafenbetriebes ungünstig zu beeinflussen. Am Ende dieser Überlegungen wurden folgende Zuordnungen vorgeschlagen:

Im aufgespülten Bereich wurden nur noch die folgenden Gebäude stationiert:

- ☐ drei Lagerhallen
- ☐ Feuerwehrhaus
- ☐ Erste-Hilfe-Station

Es waren drei Lagerhallen mit einer Grundfläche von je 150 x 40 m² und einer Nutzhöhe von 5,5 m parallel zum Kai zu erstellen. Entlang der einen Firstseite war über die gesamte Breite ein 8,5 m tiefer, eingeschossiger Bürotrakt zu integrieren, der für eine spätere Aufstokkung statisch auf zwei Geschosse bemessen wurde. An der anderen Firstwand sollte ebenfalls über die gesamte Hallenbreite außen ein Sanitärblock (Duschen, WC . . .) angebaut werden.

Wegen der zu erwartenden hohen Korrosionsbeanspruchung kam eine doppelt feuerverzinkte Stahlkonstruktion zur Anwendung. Bis zu einer Höhe von zwei Metern wurden die Außenwände mit Hohlblocksteinen gemauert. Für die anschließende Fassade und die Dacheindeckung wurden profilierte Aluminiumbleche verlegt. Die Gründung erfolgte mittels Pfahlkopfbalken auf Stahlbetonpfählen. Es wurden pro Halle 114 geschlossene Stahlrohre ⌀ 40 und ⌀ 50 eingerammt, die anschließend bewehrt und betoniert wurden. Die Stahlstützen wurden in Köcherfundamente eingespannt.

Das zweigeschossige Feuerwehrhaus mit einer Grundfläche von 25 x 13 m² verfügt über Büros, Geräte-, Aufenthalts- und Sozialräume. Es stehen zwei Einstellplätze für Löschfahrzeuge und ein 15 m hoher Turm zum Trocknen nasser Schläuche zur Verfügung.

In unmittelbarer Nachbarschaft wurde die Erste-Hilfe-Station vorgesehen, die auf 36 x 13 m² einen Operationsraum, Labor, Apotheke, Sanitärräume und eine überdachte Anfahrt für den Rettungswagen aufweist. Beide Gebäude (Bild 7) sind an einem zentralen Punkt der Hafenanlage angeordnet, so daß im Notfall keine zu langen Wege zurückgelegt werden müssen. Zur Gründung waren wie bei den Lagerhallen Pfähle erforderlich.

Dieser Abschnitt I ist der Hafen im engeren Sinn, wo verladen, gelöscht und gelagert wird.

Im Bereich des gewachsenen Bodens fanden schließlich die restlichen Bauwerke ihren Standort:

- ☐ Ein- und Ausfahrtanlage
- ☐ Zollgebäude
- ☐ Lohnbüro
- ☐ Mechaniker-Werkstatt
- ☐ Elektriker-Werkstatt
- ☐ Tankstelle
- ☐ Verwaltungsgebäude
- ☐ Toilettenblock

Verbindungsglied zwischen Abschnitt I und Abschnitt II ist die großflächig überdachte Ein- und Ausfahrtanlage (Bild 8). Die Zufahrtstraße wurde hier auf acht Fahrspuren aufgeweitet, um eine zügige Abfertigung zu ermöglichen. Jede Spur ist mit einem separaten Tor versehen. Das flache Stahlbetondach (70 x 15 m²) wird zweiteilig symmetrisch von jeweils vier leicht schrägen Stützen getragen und hat eine lichte Höhe von 5 m.

An den Kopfenden dieser Schließanlage, parallel zur Straße befinden sich das Zollgebäude (25 x 6 m²) und das Lohnbüro (25 x 10 m²). Beide Häuser wurden in eingeschossiger Bauweise ausgeführt und erhielten wegen ihrer geringen Breite ein Pultdach in Holzkonstruktion.

Zur Instandhaltung der Fahrzeuge und Anlagen war die Erstellung von Werkstätten vorgesehen. In der Mechaniker-Werkstatt mit einer Grundfläche von 60 x 40 m soll insbesondere die Reparatur des Wagenparks der Nigerian Ports Authority (NPA) erfolgen. Neben einer Haupthalle mit 5-t-Overhead-Kran und zwei Inspektionsgruben (eine für Gabelstapler) wurden Büroräume, Umkleide- und Sanitärraum sowie mehrere kleinere Arbeitsräume und ein Magazin vorgeschlagen.

Die Elektriker-Werkstatt mit 35 x 15 m² wurde in fünf gleichgroße Arbeitsräume für Reparaturen der Beleuchtung, Klimageräte, Stromversorgung, Generatoren und Sonstiges aufgegliedert, wobei jedem Arbeitsraum auch ein Büro zugeordnet wurde. Auch dieses Gebäude verfügt über Umkleide- und Sanitärraum.

Beide Werkstätten kamen wie die zuvor beschriebenen Lagerhallen in Stahlkonstruktion zur Ausführung.

Die unabhängige Versorgung der NPA-eigenen Fahrzeuge mit Treibstoff erforderte die Errichtung einer Tankstelle mit drei Zapfsäulen.

Die Unterbringung der Hafenverwaltung erfolgt in einem zweigeschossigen Verwaltungsgebäude mit einem Grundriß von 47 x 12 m (Bild 8 im Hintergrund).

Abschließend soll noch die in Verbindung mit dem Lkw-Parkplatz errichtete Toilette (17 x 5 m) erwähnt werden, die zur allgemeinen öffentlichen Benutzung bestimmt ist.

2.4 Ausstattung und Baustoffe

Die Ausstattung der Gebäude entspricht dem im Lande üblichen Standard. Auf Grund der für das Nigerdelta charakteristischen aggressiven Atmosphäre wurde besonderer Wert auf korrosionsfeste Baustoffe gelegt. So wurde als Material für Außenfenster und -türen einheitlich Aluminium und für die tragenden Teile der Hallenkonstruktionen ein doppelt feuerverzinkter Stahl gewählt. Für die Mauern wurden Hohlblocksteine auf Ze-

mat verwendet, da diese Steine leicht vor Ort herzustellen waren. In allen Büroräumen war über einem Außenfenster eine Öffnung in der Außenwand vorzusehen, um die Möglichkeit zur Installation eines Klimagerätes zu gewährleisten. Aus Sicherheitsgründen mußten alle Außenfenster mit einem Stahlgitter zur Diebstahlverhütung versehen werden.
Während der Planungsphase des Projektes wurden die Importbestimmungen von der nigerianischen Regierung drastisch verschärft. Einfuhrgenehmigungen waren nur noch für Güter zu erhalten, die im Lande nicht hergestellt oder vertrieben wurden. Hinsichtlich der für die Hafenanlage benötigten Baustoffe und Ausbauteile bedeutete diese Restriktion eine unerwünschte Abhängigkeit von den Gegebenheiten des nigerianischen Marktes.

2.5 Versorgung und Entsorgung

Da die betriebliche Abwicklung der Arbeiten und die Sicherheit der Anlage jederzeit gewährleistet sein sollte, mußte der Flußhafen von lokalen Versorgungsnetzen unabhängige Einrichtungen erhalten. Im einzelnen betraf diese Forderung die Bereiche:

- ☐ Wasserversorgung
- ☐ Elektrizität
- ☐ Kommunikation

Als Brauch- und Trinkwasserquelle waren zwei Brunnen abzuteufen, für die eine Gesamtleistung von 30 l/s ermittelt wurde. In einem unterirdischen Wassertank, der aus Gründen der Versorgungssicherheit und Wartung in zwei Kammern unterteilt wurde, können bis 500 m³ Wasser gespeichert werden.
Ein Wasserturm von 15 m Höhe und einem Fassungsvermögen von 250 m³ sorgt dafür, daß an den Hydranten entlang des Kais noch ein Druck von etwa 0,8 bar zu Löschzwecken herrscht.
Die Hydranten und Sanitärräume der Gebäude im aufgespülten Bereich werden über eine Ringleitung versorgt, um auch dann die Versorgung sicherzustellen, wenn an einer Stelle des Ringnetzes ein Defekt sein sollte. Insgesamt wurden etwa 3 km PVC-Wasserrohre als Versorgungsnetz außerhalb der Gebäude verlegt.
Die unabhängige Stromversorgung war durch die Errichtung eines kleinen vollautomatischen Kraftwerkes mit einer Soll-Leistung von 2000 kVA zu gewährleisten. Der Bauherr forderte die Installierung von drei Dieselgeneratoren, zwei mit 975 kVA, die die geforderte Leistung zu erbringen haben, und ein Notstromaggregat mit 275 kVA, das als Reserve dienen soll. Die ursprünglich vorgesehene Orientierungsbeleuchtung mußte aus Sicherheitsgründen derart nun die einer bei uns üblichen Fußballstadion-Beleuchtung noch übertrifft. Dazu wurden 41 Lichtmasten mit einer Höhe von 30 m aufgestellt, von denen die 21 im aufgespülten Bereich auf jeweils drei Pfählen sehr aufwendig gegründet werden mußten. Allein zwischen Kraftwerk und den drei Transformatoren wurden rund 2,5 km Starkstromkabel verlegt, das wegen des hohen Grundwasserstandes von besonderer Qualität sein mußte.
Zum Kommunikationssystem gehören ein internes Telefonnetz mit 100 Anschlüssen und ein Feuermeldesystem.
Die Abwasserentsorgung erfolgt dezentral. Alle Gebäude im Bereich mit gewachsenem Boden – soweit nicht benachbarte Gebäude mit geringem Schmutzwasseraufkommen gemeinsam sorgt wurden – wurden mit Klär- und Sickergrube versehen. Im aufgespülten Bereich wird jedoch das Abwasser vom Klärgrubenüberlauf durch die Spundwand in den Fluß geleitet.
Im Geländeabschnitt I wurde noch eine mechanische Fahrzeugwiegebrücke installiert, um die Überwachung der Zuladung von Lastkraftwagen sicherzustellen. Auf einer Wiegeplattform von 16 x 3 m² können Fahrzeuge bis zu 80 t Gesamtgewicht gewogen werden. Durch Anrampung der Zu- und Abfahrt wurde das Montagebecken der Wiegebrücke aus dem Grundwasser herausgehoben und somit Auftriebskräfte auf die Konstruktion vermieden.
Schließlich erhielt die gesamte Hafenanlage ringsum eine Schutzmauer mit Beleuchtung und Stacheldrahtaufsatz.

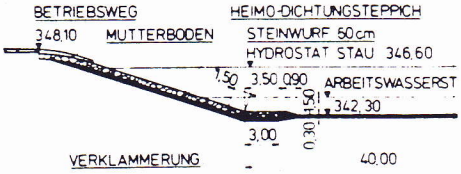
3 Schlußbemerkung

Der Hauptteil der Planungsarbeiten zur Hafenanlage ONNE II bei Port Harcourt wurde in Frankfurt durchgeführt. Der Repräsentant des Bauherrn (Nigerian Ports Authority) hatte seinen Hauptdienstsitz in Lagos und war damit rund 600 km von der Baustelle entfernt. Allein schon auf Grund dieser Konstellation mußte der organisatorischen Abwicklung besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.
Die Hafenanlage wurde mittlerweile fertiggestellt und zur Jahreswende an die Hafenbehörde übergeben. Damit wurde ein weiterer Baustein zur Verbesserung der Infrastruktur des Bundesstaates Rivers State geschaffen, der auch eine Beschleunigung des Warenaustausches mit überseeischen Handelspartnern herbeiführen könnte. ☐

Literatur:
[1] Bundesstelle für Außenhandelsinformation, Marktinformation Nigeria/Wirtschaftsdaten, Ausgabe 1982.
[2] Mitteilung der Bundesstelle für Außenhandelsinformation, Weltwirtschaft zur Jahresmitte 1981/Nigeria.
[3] Philipp Holzmann, Werkfoto.

Dichtungsverfahren

Der neue Heimo-Dichtungsteppich, umweltfreundlich – dauerplastisch, unter und über Wasser anwendbar, ist ein treffendes Beispiel.
Das Grundkonzept dieses Dichtungsverfahrens wurde bereits 1969 patentiert.
Daß die Rhein-Main-Donau AG, München – RMD – sich 1980 entschlossen hat, den in zahlreichen Labors und Außenversuchen entwickelten neuen Dichtungsteppich im Ausbaubereich Oberau–Prunn am km 161,8–164,7 erstmalig beim Main-Donau-Kanal zur Ausführung zu bringen und damit einer echten bautechnischen Pionierleistung zum Durchbruch zu verhelfen, ist als eine hervorragende unternehmerische Leistung zu würdigen.
Die Besonderheit dieser technischen Neuerung besteht darin, daß erstmals die Möglichkeit geboten wurde, das mineralische Gemisch für einen Dichtungsteppich auf Tonbasis im freien Fall unter Wasser ohne Entmischung planmäßig einzubauen.
Die wesentlichen Bauleistungen betragen:
130 000 m² Dichtung der Kanalsohle
120 000 m² Dichtung der Kanalböschungen
160 000 t Steinwurf aus Wasserbausteinen
4 000 m³ Betonverklammerung des Steinwurfs.
Auf Einladung dieser Arbeitsgemeinschaft Heimo, bestehend aus den Firmen Heilit + Woerner Bau-AG und Leonhard Moll GmbH & Co konnte sich Ende Juni '82 erstmals ein ausgewähltes Fachgremium auf der Baustelle von dem neuesten technischen Stand einiger Anwendungsbereiche augenscheinlich überzeugen, nachdem ca. 50 % der Bauleistung erbracht waren.
Das neue Verfahren zeigte sich bei dieser Dokumentation sehr anpassungsfähig und vielseitig. Es ist sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungs-/Reparaturarbeiten unter/über Wasser anwendbar. *p-d-b*



Regelquerschnitt Baulos RDM Oberau–Prunn

☐