Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 88 (1996)
Heft: 7-8

Artikel: Schwimmende Ölförderplattformen
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940363

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schwimmende Ölförderplattformen

Gegenüber den bisher gebauten auf dem Meeresboden stehenden festen Plattformen werden schwimmende Ölförderplattformen als Ozeanbauwerke einer neuen Generation an Bedeutung gewinnen. Dies zeigt folgender Vergleich

- der Troll-Gas-Plattform (1,1 Mio t), eine herkömmliche, auf dem Boden stehende, insgesamt 368 m hohe Betonkonstruktion mit einem Senkkasten und darauf vier aufgehenden Schäften mit der Deckskonstruktion (22500 t) mit
- der schwimmenden Ölförderplattform Heidrun, der ersten Betonkonstruktion dieser Art,

die beide für Wassertiefen über 300 m gebaut und im Sommer 1995 im norwegischen Teil der Nordsee installiert wurden (Tabelle 1).

Tabelle 1. Einzelheiten über zwei verschiedenartige Betonplattformen, die 1995 zur Öl- und Gasgewinnung in der Nordsee errichtet werden *(Kepp)*.

Plattform		Heidrun (Bild 1)	Troll-Gas
Bauweise			
– Gravity Base Structures (GBS)			x
– Tension-Leg-Plattform (TLP)		x	
Wassertiefe	(m)	303	345
Bauzeit	(Monate)	16	36
Baustoffmengen			
– Beton	(m^3)	66000	243000
– Bewehrungsstahl	(t)	31000	100000

Konstruktion

Die schwimmende Ölplattform Heidrun (Bild 1) besteht aus

- der Deckskonstruktion (65000 t),
- dem Schwimmkörper mit 290000 m^3 Wasserverdrängung,
- den Zugbändern, die die Plattform mit den Fundamenten verbinden, und
- der Fundamentkonstruktion.

Der Schwimmkörper hat vier 110 m lange Säulen mit einem Durchmesser von 31 m. Sie werden im unteren Bereich durch Pontons (15×13 m) zusammengehalten. Auf den Säulen lagern zwei 150 m lange Schwimmkörper für die Deckskonstruktion. Die Fundamentkonstruktion besteht aus vier Senkkästen mit je 19 Zellen und darauf einer Rahmenkonstruktion, in der jeweils vier Zugbänder verankert werden.

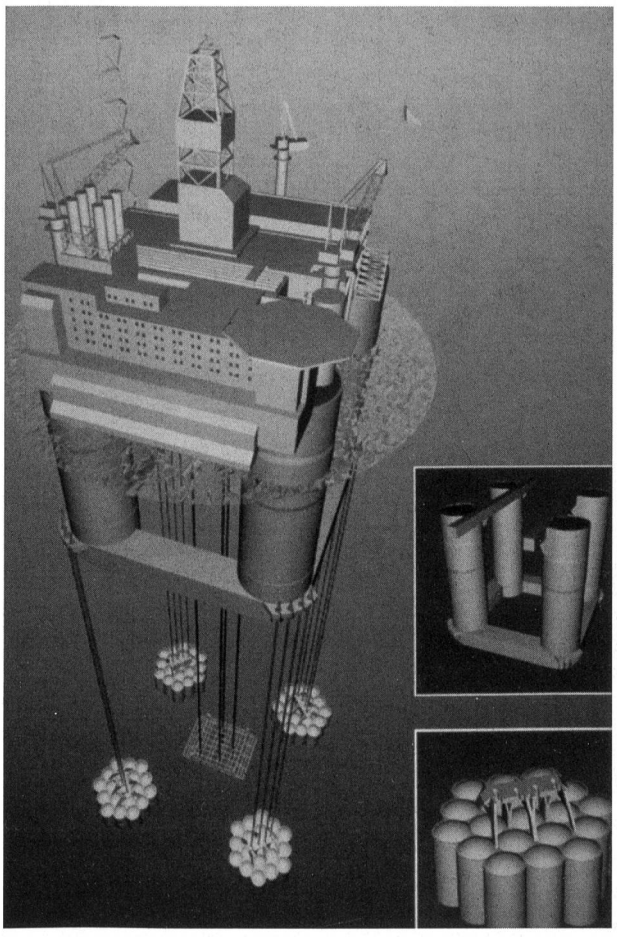

Bild 1. Schwimmende Ölförderplattform (TLP) Heidrun, bestehend aus: Deckkonstruktion (Tosides), Schwimmkörper, Zugbändern (Tension Legs) und Fundamentkonstruktionen.

Tabelle 2. Zusammensetzung des hochfesten Leichtbetons C 60 für die schwimmende Ölförderplattform Heidrun *(Jakobsen)*.

	kg/m^3 FB
Cement HS 65 (z)	420
Silica Suspension (s)	40
Sand 0/5 mm	760
Leichtzuschläge	
– Lipor 8, 4/8 mm	245
– Lipor 8, 5/16 mm	305
Zusatzmittel	
– Betokem SP 40	7
– Betokem L (T)	0,30 – 0,35
– Betokem R 20	0,40 – 0,80
w/(*z*+*s*)	0,36 – 0,39
Slump (cm)	22
Betonrohdichte (kg/m^3)	1920

Bemessung

Der Bemessung der schwimmenden Plattform liegen folgende Naturlasten zugrunde: eine 29 m hohe Hundertjahreswelle, ein 10-Minuten-Wind von 37 m/s Stärke und eine Oberflächenströmung von 0,8 m/s.

Die gleichen Lasten gelten auch für feste Plattformen. Es waren folgende Nachweise zu führen:

- Gebrauchsfähigkeitsnachweis,
- Bruchsicherheitsnachweis (z. B. Leckage eines Schwimmers),
- Unglücksnachweis (Erdbeben, Schiffsstösse, Brandfall) und
- Ermüdungsnachweis.

Hochfester Leichtbeton

Diese Plattform ist die erste grosse Offshore-Konstruktion, bei der ausschliesslich hochfester Leichtbeton verwendet wurde. Eingebaut wurde ein Beton der Güte C 60 (Tabelle 2). Dazu waren umfangreiche Untersuchungen notwendig.

Beim geforderten *Hydrokarbonbrand* werden bereits nach zehn Minuten 1000°C erreicht, was beim üblichen Zellulosebrand etwa 90 Minuten dauert. Bei den auf zwei Stunden angesetzten *Brandversuchen* zeigte hochfester Leichtbeton so starke Abplatzungen, dass der Versuch nach einer halben Stunde abgebrochen werden musste. Bei den hohen Temperaturen des Brandfalls wird nämlich auch das im Zementstein gebundene Wasser in Dampf überführt und kann wegen des dichten Betongefüges nicht

entweichen. Nach eingehenden Untersuchungen wurden dem hochfesten Leichtbeton schliesslich Polypropylenfasern zugemischt; sie schmelzen bei den hohen Brandtemperaturen und hinterlassen röhrenförmige Kanäle, in denen sich der Wasserdampf entspannen und im Randbereich entweichen kann; so können die den hochfesten Beton zerstörenden Abplatzungen vermieden werden.

Bauausführung

In einem Dock wurde vom Schwimmkörper der Pontonrahmen mit den Säulenansätzen hergestellt und nach dem Ausschwimmen in den Fjord die Säulen zuendegeglitten (2,50 m/Tag) und die übrigen Betonarbeiten abgeschlossen. Anschliessend hob man die an Land hergestellten Tragbalken nach kurzem Seetransport auf die Säulen und darauf die fünf Teile der Deckskonstruktion; dazu wurde der Schwimmkörper dem Baufortschritt entsprechend abgesenkt. Abschliessend wurden die Installationen für die Ölförderung (Bohrturm, Rohrleitungen, Flammturm usw.) auf der schwimmenden Ölförderplattform installiert.

Baukosten

Die Baukosten betrugen für den Schwimmkörper 540 Mio Fr. und die Unterkonstruktion aus Schwimmkörper, Zugbändern und Fundamentkonstruktion etwa 1 Mrd. Fr.; dazu kommt die Deckskonstruktion für etwa 1,5 Mrd. Fr. Rechnet man die Kosten für Pipelines, Bohrarbeiten und Verladestelle hinzu, so kommt man auf rund 4 Mrd. Fr. Gesamtkosten.

Weiterentwicklungen

Ausser der schwimmenden Ölförderplattform Heidrun stehen zwei weitere «Schwimmer» vor ihrer Vollendung:

- die N'Kossa-Barge-Plattform und
- die Troll-Oil-Plattform.

Letztere unterscheidet sich von der Plattform Heidrun durch das Verankerungssystem; anstelle der parallel geführten Zugbänder hat man hier seitlich weggehende Kettenverankerungen vorgesehen sowie Rohrbündel für den Erdöltransport.

Bei der N'Kossa Barge, die derzeit in Marseille für ein Ölfeld vor der Küste Kongos gebaut wird, hat man eine schiffsähnliche Lösung gewählt. Das «Schiff» (Schwimmköper) ist in mehrere Zellen aufgeteilt und 220/46/16 m gross; es ist für Ölfelder im Meer mit geringer Wellenhöhe geeignet. *BG*

Literatur
Kepp, B.: Schwimmende Ölplattformen. Vortrag am 28. April 1995 in Hamburg; Deutscher Betontag.

Grand Canyon für eine Woche geflutet

Neues Leben nach der Flut

In wenig mehr als sechs Millionen Jahren hat der Colorado als grösster Fluss des amerikanischen Westens eine unvergleichliche Schlucht von fast 20 km Breite, mehr als 1500 m Tiefe und mehr als 300 km Länge geschaffen und dabei als Erosionskünstler im Grand Canyon die Gesteine des gesamten Erdaltertums vom Kalkstein des Perm bis zum Gneis des Präkambiums freigelegt.

Im Jahr 1963 wurde die Wasserkraftanlage nahe Page mit einer 177 m hohen und fast 500 m langen Bogenstaumauer und einem 33 Mrd. m³ fassenden Stausee in Betrieb genommen. Von dort werden drei Millionen Menschen in den Staaten Arizona, New Mexico, Nevada, Utah, Colorado und Wyoming mit elektrischem Strom versorgt. Der wilde Colorado wandelte sich in den behäbigen Lake Powell. Im Jahresmittel brauchen nur 320 m³/s Wasser abgeleitet zu werden. Der tatsächliche Durchfluss hängt vom jeweiligen Strombedarf ab und beträgt an manchen Tagen weniger als 200 m³/s.

Derart geringe Wassermengen flossen früher nur in sehr trockenen Wintern durch den Grand Canyon. Jeweils im Mai und Juni aber führte der Colorado zur Zeit der Schneeschmelze 100mal und oft sogar 150mal mehr Wasser und fräste sich dann immer tiefer ins Gestein. Im Mittel wurden dabei täglich etwa 400 000 t Gestein gelöst, wovon sich ein grosser Teil im ruhigeren Wasser unterhalb von Stromschnellen als Sediment (65 Mio t/Jahr) ablagerte. Die Frühjahrsfluten liessen somit jene Strände und Sandbänke entstehen, die pflanzliches und tierisches Leben im tiefen Canyon erst ermöglichten. Dieser natürliche Wechsel wurde durch die regulierenden Kräfte der Stauanlage unterbrochen, und die rote Schlammfracht (heute weniger als 3 Mio t/Jahr), die dem Colorado den Namen gab, lagert sich jetzt schon im Lake Powell ab.

Weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit wurden in den vergangenen 14 Jahren vom Ökologen *David Wegner,* dem Leiter des grössten Umweltschutzprogramms der Vereinigten Staaten, im Grand Canyon die Folgen des grossen Eingriffs in diese überwältigende Landschaft untersucht. So baut der Colorado wegen der verringerten Schlammfracht kaum noch Strände und Sandbänke auf; statt dessen nagt er trotz geringen Durchflussmengen an den Ufern und verringert dadurch den Lebensraum.

Nach Jahren des Forschens entschloss sich Wegner zu einem Grossversuch. Dazu mussten Politiker, Stromerzeuger, örtliche Umweltgruppen und in dieser Gegend ansässige Indianerstämme von der Notwendigkeit einer «künstlichen Flut» im Grand Canyon überzeugt werden. Ende März 1996 konnten dann die Abläufe in der Staumauer bei Page für eine Woche geöffnet werden. Sieben Tage lang flossen nahezu 1300 m³/s Wasser durch den Canyon – fast viermal so viel wie an normalen Tagen. Obwohl sich diese Wassermenge im Vergleich zu den natürlichen Schmelzwasserströmen aus der Zeit vor dem Talsperrenbau winzig ausnimmt, zeigte die Flut doch erstaunliche Wirkungen. Mindestens 30 % der Strände und Sandbänke im Grand Canyon vergrösserten sich erheblich. Nährstoffe wurden aus den tieferen Sedimentschichten hochgespült. An vielen Stellen entstanden «Altwasser», flache Tümpel, in denen Fische laichen und Amphibien gedeihen können.

Die Folgen dieser ersten grossen Flut im Grand Canyon seit dem Bau der Talsperre werden derzeit von Wegner untersucht. Fest steht aber schon jetzt, dass sich der Lebensraum am Talboden insgesamt vergrössert hat. Anhand von Video- und Luftaufnahmen hat man ausserdem festgestellt, dass sich die meisten Strände und Sandbänke schon nach 48 Stunden weitgehend regeneriert hatten; wahrscheinlich genügen statt der sieben künftig zwei bis drei Tage. Den Kraftwerksbetreiber kostet ein «Fluten» des Canyons je nach Dauer und Jahreszeit drei bis sechs Millionen Franken. Mit der «Flut» haben die Amerikaner ihrem Colorado ein wenig von jener Dynamik zurückgegeben, die er vor dem Talsperrenbau hatte. *BG*