

# Stahlskelettbau für Rohstoff- und Klinkerlager der neuen Zementfabrik von Yandev, Nigeria

Autor(en): **Bongard, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 17

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74102>

## **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.

# Stahlskelettbau für Rohstoff- und Klinkerlager der neuen Zementfabrik von Yandev, Nigeria

Von Paul Bongard, Aigle

Der grosse Zementfabrikationskomplex ist für eine jährliche Produktion von 900 000 Tonnen Zement vorgesehen. Der Fabrikationsweg geht von der Gewinnung des Rohstoffes bis zum Fertigprodukt. Auffallend sind die vier grossen Stahlskelettkuppeln, die der Lagerung von Rohstoff und Klinker dienen. Die Methode der Rundlagerung ist eine Neuheit auf dem Gebiet der Zementfabrikation.

## Beschreibung der Konstruktion

Die Stahlbaukonstruktionen umfassen:

- zwei Kuppeln von 77,1 m Durchmesser und 24 m Höhe
- zwei Kuppeln von 56,6 m Durchmesser und 17 m Höhe.

Das Tragsystem für eine Kuppel von 74,1 m Durchmesser besteht aus 16 Rundbögen mit je zwei Gelenken. Die Bögen stützen sich auf 6 m hohe, an der Basis eingespannte Pfeiler. Im Querschnitt besteht jeder Bogen aus zwei U-Eisen, die mit einer doppelten Ausfachsung durch geschweisste Winkeleisen

verbunden sind. Demzufolge bildet der Bogen einen Kasten, dessen grosse Torsionsfestigkeit zur besseren Querstabilität beiträgt. Diese Lösung wurde unter anderem wegen der Einfachheit des Konstruktionsverfahrens gewählt. Das Biegen der U-Eisen um die schwache Achse bietet keine besondere Schwierigkeit.

Die durch eine symmetrische Last entstehenden Horizontalkräfte der Bögen werden auf einen polygonalen Ring übertragen, der die Stützen verbindet. Die unsymmetrischen Lasten, hauptsächlich Wind, werden von einem konzentrischen Windverbandfachwerk an der Bogenbasis aufgenommen. Der Scheitelring ist durch Schweißen von Blechen und Breitflachstahl ausgeführt. Dies ergibt eine einfache Kreuzung der Bögen und ermöglicht die Durchführung verschiedener mechanischer Einrichtungen.

Ein doppeltes System von Dachverbänden sichert die Stabilität der Bögen: vier meridional angeordnete Kreuzverstrebrungen zwischen zwei Nachbarbögen; andererseits wurde wegen der geringen Höhe dieser Verbände im Scheitelbereich eine weitere konzentrische Kreuz-

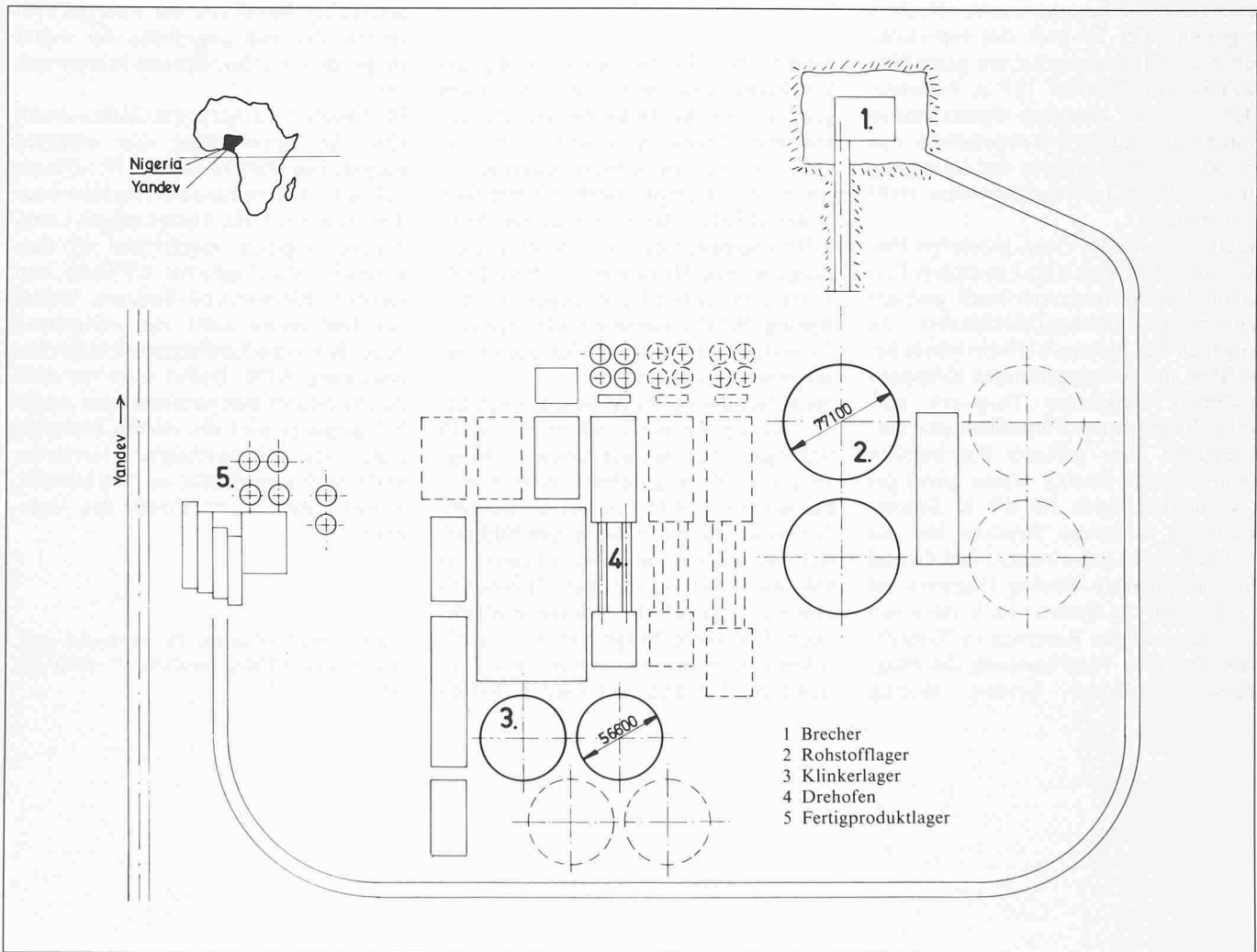
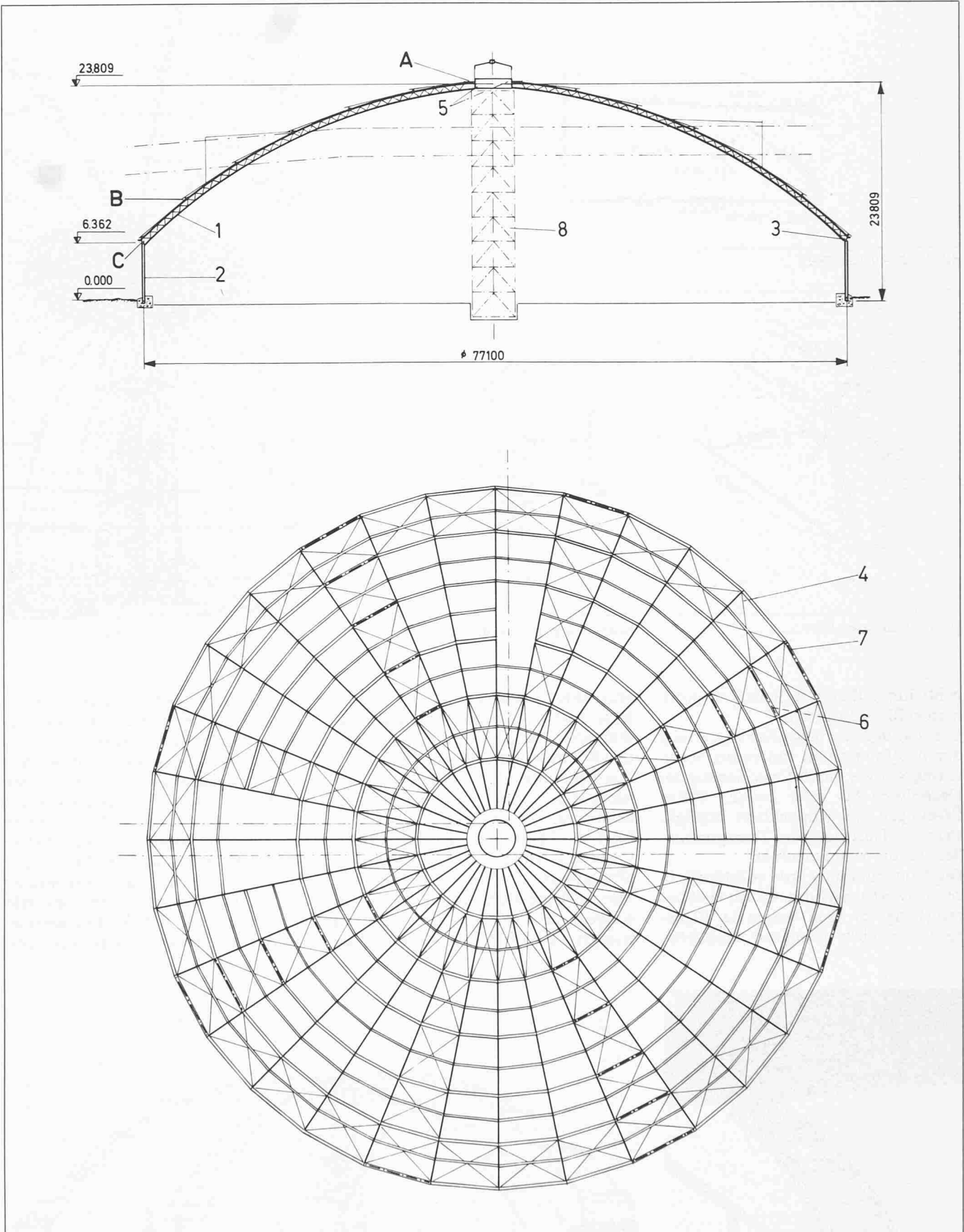


Bild 1. Situation der Baustelle



verstrebung angebracht, die in dieser stark beanspruchten Zone einen guten Zusammenhang ergibt. Die oben beschriebenen *Dachverbände* sind am Obergurt der Bogenbinder angebracht. Um ein seitliches Ausbrechen der Untergurten zu verhindern, werden sie durch Zugstäbe verbunden. Bei jedem Zugstabring übertragen vier Fach-

werkquerriegel die Kräfte an die Dachverbände. Das *Stabilitätssystem* ist durch vier Windversteifungen zwischen den Stützen vervollständigt. Die *Dachhaut* besteht aus profilierten, verzinkten Blechtafeln, die auf den Ringpfetten aufliegen. Abstand der Pfetten ca 3,5 m. Sie liegen auf dem Obergurten der Bogen auf. Sie sind als

Bild 2. Gesamtplan der Kuppel (Ø 77,1 m)

- 1 Rundbogen
- 2 Stütze
- 3 Zugbeanspruchter Polygonalring
- 4 Konzentrischer Windverband
- 5 Druckring
- 6 Versteifungsquerriegel
- 7 Kreuzverstreibungen zwischen den Stützen
- 8 Provisorischer Montageturm

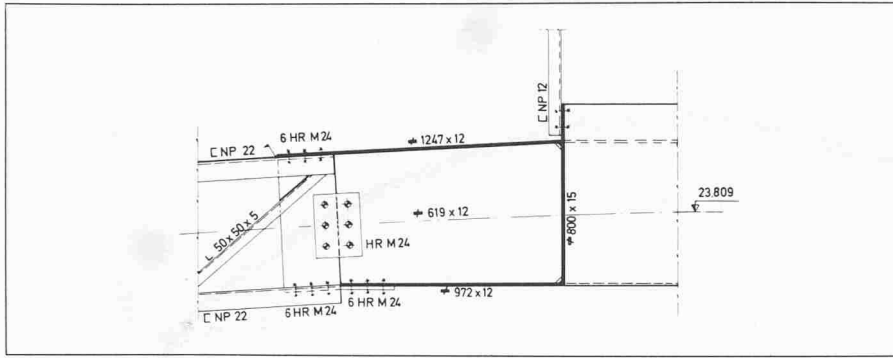


Bild 3. Detail A aus Bild 2

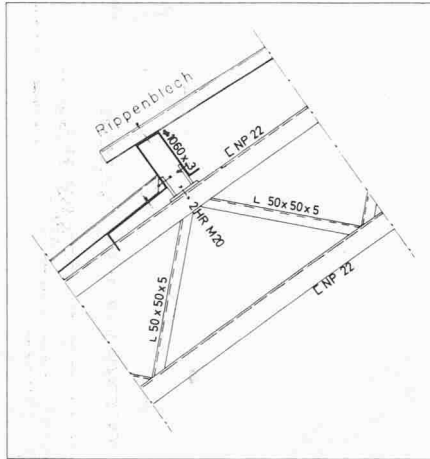


Bild 4. Detail B aus Bild 2

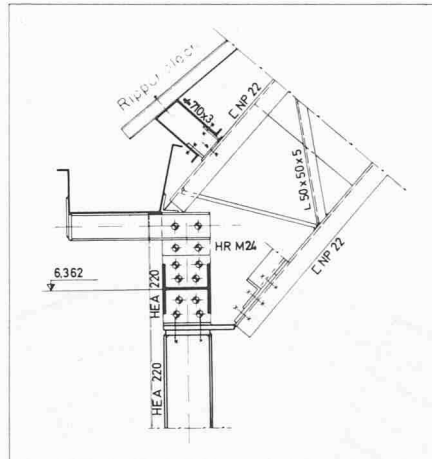


Bild 5. Detail C aus Bild 2



Bild 8. Montage mit Hilfe des Turms

beidseitig aufliegende Balken in profiliertem Blech ausgeführt.

Die Lüftung der Dachdeckung erfolgt durch Öffnungen im Innern des Scheitlings sowie durch Verschiebung der Dachbleche bei jeder zweiten Pfette. Öffnungen im Kuppeldach ermöglichen den Durchlass von Transportbändern für die Materialzufuhr.

Die Konstruktion wurde vollständig in der Schweiz ausgeführt. Da ein Halbbo- gen (Länge ca. 43 m) wegen des Eigen- gewichtes nicht genügend kippstabil

ist, wurde beschlossen, auf der Baustelle je zwei Halbbo- gen gleichzeitig zu montieren und sie durch Pfetten, Stäbe und Windverstre- bungen zu verbinden. Zur Sicherung der Stabilität beim Montieren wurde in der Werkstatt eine Probemontage von zwei Halbbo- gen ausgeführt. Die Montage auf der Baustelle erfolgte mit Hilfe eines provisorischen Montageturms. Dieser eingespannte Turm sicherte die Stabilität der Kuppel während des Aufbaues. Die Teilstücke wurden auf dem Boden zusammenge-

setzt und dann mit Hilfe einer Hebevor- richtung auf dem Turm und eines fahr- baren Kranes aufgerichtet. Die Ge- nauigkeit der Fabrikation und des Ab- steckens auf dem Bauplatz ermöglichte die Zusammensetzung des Basisringes mit einer Toleranz in Millimetergrösse für einen Kreisumfang von 242 m. Nach dem Anbringen der Dach- und Fassadenhaut wurde der provisorische Turm entfernt und es entstand eine freie Innenfläche von 4700 m<sup>2</sup>. Die gesamte Montagearbeit für Tragerrippe und



Bild 6. Probemontage

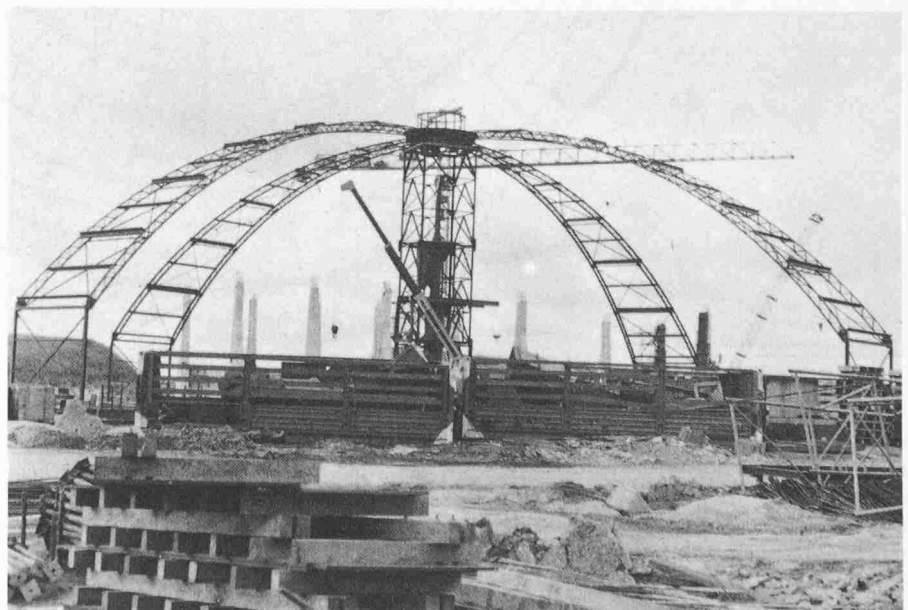


Bild 7. Montage auf der Baustelle



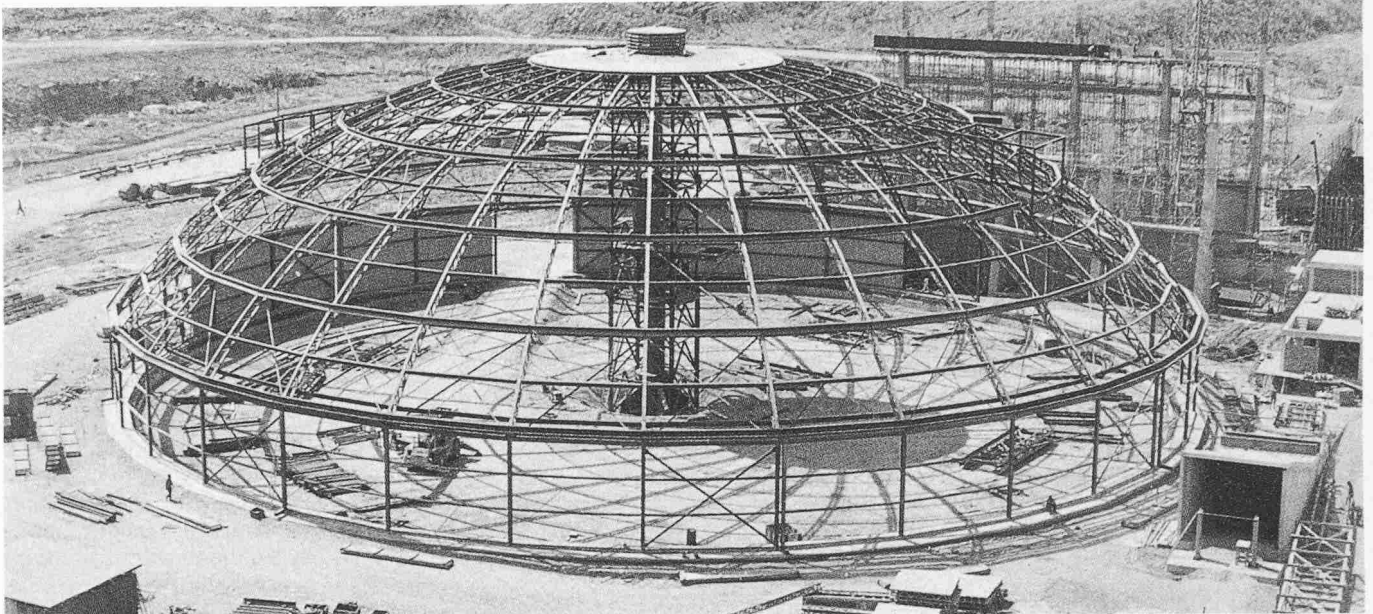


Bild 9. Traggerippe einer Kuppel während der Montage



Bild 10. Der fertige Kuppelbau

Aussenverkleidung beanspruchte 36 Wochen.

Das günstige Klima und die örtlichen Bedingungen erlaubten den Gebrauch von wetterfestem Stahl für den Bau der Tragkonstruktion. Diese statisch mehrfach unbestimmte Konstruktion wurde als Bogen mit zwei Gelenken berechnet. Diese einfache Methode bürgt für eine zuverlässige Sicherheit. Um jedoch die günstige Kuppelwirkung festzustellen, wurde auf dem Bauplatz eine symmetrische Probelastung vorgenommen. Ein Dynamometer mit einer nach unten senkrechten Kraft von einer Tonne

wurde etwa 22,3 m vom Zentrum der Kuppel angebracht. Die senkrechte Verschiebung ergab 4 mm (inkl. Kumulierung der Einflusszone). Rechnerisch ergibt die Verschiebung als einfacher Bogen 56,6 mm. Die horizontale Verschiebung beim Versuch war praktisch gleich Null, rechnerisch 44,5 mm. Aus diesem einfachen Belastungsversuch konnte man den vorzüglichen Einfluss der Kuppelwirkung für die Aufnahme von asymmetrischen Lasten erkennen. Gewicht der Stahlkonstruktion: 720 t  
Kuppel  $\varnothing$  77,1 m = 240 t = 52 kg/m<sup>2</sup>  
Kuppel  $\varnothing$  56,6 m = 120 t = 48 kg/m<sup>2</sup>

Bauherrschaft: Benue Cement Co Lagos, Nigeria

Bauftraggeber: Gesamtplanung: Cementia Engineering and Consulting, Zürich

Projektverfasser: Stahlbau: Ingenieurbüro Kessel + Blaser, Lugano

Fabrikation und Montage: Communauté des entreprises: Zwahlen & Mayr SA + Giovanola Frères SA

Adresse des Verfassers: P. Bongard, Ing., Zwahlen & Mayr SA, 1860 Aigle