

Dieselhydraulische Turmdrehkrane beim Bau des Welthandelszentrums in New York

DK 621.87 : 69.057.7

Durch die Errichtung der 412 m hohen Zwillingstürme des Welthandelszentrums in New York City, USA, wurde nicht nur das im Jahre 1930 gebaute Empire State Building, das bisher höchste Gebäude der Welt (381 m), zum nur dritthöchsten, sondern auch mancher andere Rekord gebrochen. Im Jahre 1967 begannen die Bauarbeiten, im Herbst 1970 konnten die ersten Mieter einziehen. Im Laufe des Jahres 1973 soll das Welthandelszentrum fertiggestellt sein. *J. Picker* berichtet in «Wälzlager-technik» 2/70 (Hauszeitschrift der SRO Kugellagerwerke/FAG-Switzerland) über einige interessante Einzelheiten dieses Bauwerkes und insbesondere über die Krane für die Errichtung beider Türme.

Die eindrucksvollsten Bauwerke des Zentrums sind ohne Zweifel die beiden Bürotürme, deren Ausmass die Modellaufnahme, Bild 1, veranschaulicht. Jeder Turm wird 110 Stockwerke haben. In den anderen, vergleichsweise niedrigen Gebäuden befinden sich ein 600-Betten-Hotel, Ausstellungsräume, ein

Restaurant mit 20000 Sitzplätzen, die grösste Datenverarbeitungsanlage, die jemals gebaut wurde, und viele andere Einrichtungen.

Das Welthandelszentrum (Architekten *Minoru Yamasaki & Associates*, Michigan, und *Emery Roth and Sons*, New York) wurde mit dem Preis für hervorragende technische Bauleistung 1971 der American Society of Civil Engineers wegen «Gedankenreichtum bei der Lösung von Konstruktionsproblemen» und «bahnbrechendem Gebrauch von Materialien und Methoden» ausgezeichnet. Das Zentrum wird rund 650 Mio \$ kosten und nach Fertigstellung über 800000 m² Büroräume hauptsächlich in den Zwillingstürmen enthalten.

In jedem Stadium des Baues am Welthandelszentrum werden viele technische Neuerungen und Methoden angewendet. Im Gegensatz zur bisher bei Wolkenkratzern gebräuchlichen Bauweise wird bei diesen Türmen die Hauptlast von den Aussenwänden getragen. Diese bestehen aus einer Reihe von

Bild 1. Modellaufnahme des Welthandelszentrums in New York

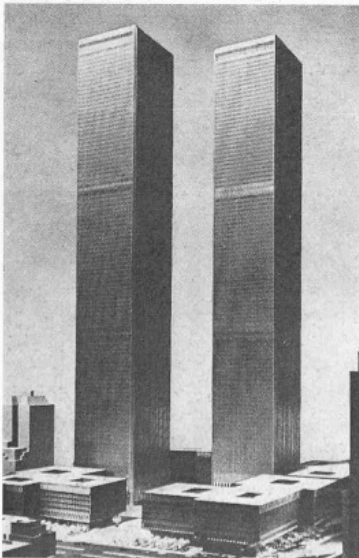


Bild 2. Ansicht der Baustelle. Der Turm rechts folgt mit etwa achtmonatigem Zeitabstand dem linken. Einige der Gebäude im Hintergrund müssen dem Handelszentrum noch weichen



Kastensäulen mit Mittenabständen von 1,02 m, die aus vorgefertigten Platten mit 36 cm breiten Ständern, angeschweisst an ein 1,32 m tiefes Horizontalträgerfachwerk, konstruiert sind. Die vorgefertigten Stahlsegmente (Bild 3) sind allein drei Stockwerke hoch und wiegen in den unteren Turmabschnitten rund 50 t. Eine Aluminiumhaut mit Gleisen aus rostfreiem Stahl für die Fensterreinigungsgondel umschliesst die Oberfläche der Bauteile. Die zwischen den Säulen sitzenden Fenster sind 48 cm breit und 198 cm hoch.

Um den Menschen, die in den oberen Geschossen arbeiten ein Sicherheitsgefühl zu geben, verlangten die Architekten die Installation von Fensterbrüstungen in 38 cm Höhe über dem Fussboden. Ausserdem sind die Fensterscheiben aus wärmerespektierendem Glas 25,4 cm von der Aussenfläche des Gebäudes zurückgesetzt. Die Fensterdichtungen aus Du Pont-Neoprene werden innerhalb und ausserhalb der Verglasung und an drei Seiten der Fachwerkplatten aus Aluminium verwendet. Gesamthaft werden rd. 870 km solcher Dichtungen eingebaut. Der Stahlverbrauch je Turm beträgt rund 200000 t. Mit fortschreitender Höhe der Türme werden auch die vorgefertigten Stahlsegmente leichter, denn die von diesen zu tragenden Lasten verringern sich. Dafür nimmt aber der Transportweg ab Boden (Bild 4) zu. In 400 m Höhe muss ein Kran 3,5 t Seil tragen, selbst wenn keine Last am Haken hängt. Damit der Zeitaufwand für das Heben des Materials beschränkt werden kann, müssen die Krane hohe Hebegeschwindigkeiten aufweisen.

Die Krane, mit denen diese schwierigen Aufgaben gelöst wurden, sind eigens für den Bau des Welthandelszentrums entworfen worden und weisen ungewöhnliche Merkmale auf. Die Konstruktion stammt von der australischen Firma Favelle Mort Ltd. (FAVCO). Der *Känguruh-Standard-STD-2700* weist einige Neuerungen auf, die vor allem für den Bau sehr hoher Gebäude wertvoll sind: Er wird von Dieselmotoren angetrieben, wodurch lange Anschlussleitungen vermieden werden; verschiedene Hebegeschwindigkeiten verringern den Zeitverlust bei langen Hubwegen; er kann mit der Gebäudeplattform mitsteigen, so dass er sich immer über dem zuletzt gebauten Stockwerk befindet.

Die Karl Koch Crane and Erecting Co., die für die Bauarbeiten des Welthandelszentrums verantwortlich zeichnet, hat acht dieser Krane von FAVCO im Werte von insgesamt 16 Mio \$ gekauft. An jeder Ecke der entstehenden Türme steht ein solcher Kran (vgl. Bilder 4 und 5).

Der Känguruh STD 2700 wurde als Universalkran entworfen und konstruiert. Er kann sowohl auf Schienen wie auch auf einem Betonsockel montiert werden. Beim Bau des Welthandelszentrums wird er als «Kletter-Kran» eingesetzt. Der 200 t schwere Kran liegt in einem besonderen Stahlrahmen. Sobald die Montage der drei Stockwerke hohen Stahlsegmente der Aussenwand beendet ist, wird der vollständige Kran mittels hydraulischer Winden im Rahmen angehoben, bis er drei Stockwerke über der vorherigen Ebene steht. Der ganze Vorgang dauert rund 90 min. Nach Fertigstellung der Gebäudetürme werden die Rahmen der Krane als Aufzugschächte verwendet.

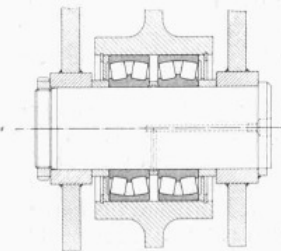


Bild 7. Lagerung der Seilscheibe

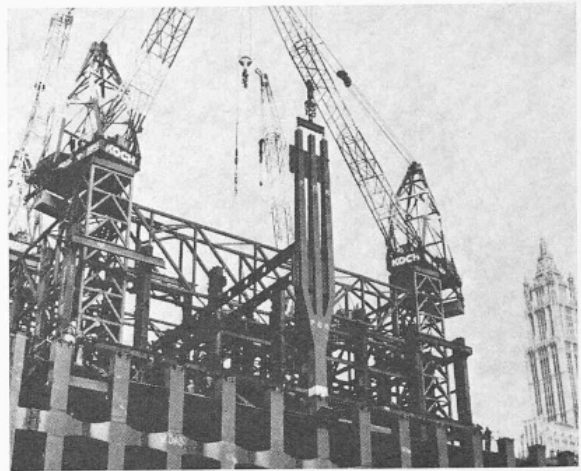
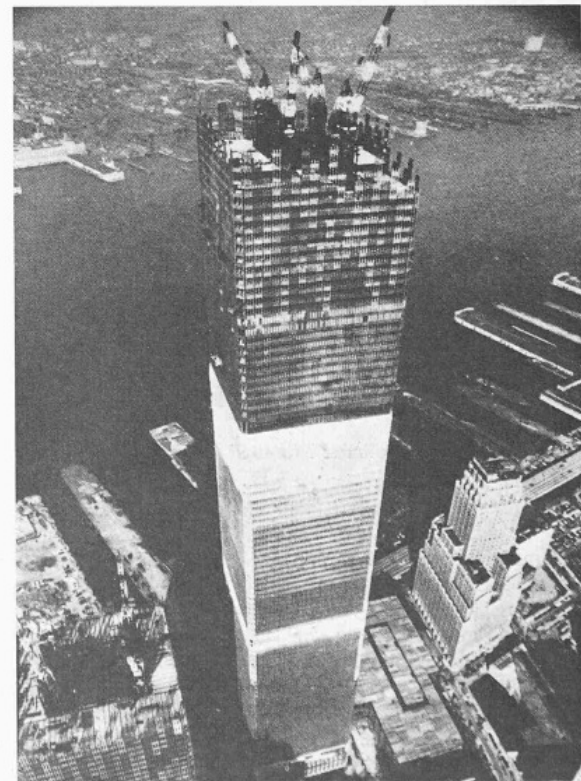


Bild 3. Der «Känguruh» STD 2700 setzt eines der drei Stockwerke hohen Stahlsegmente der tragenden Aussenwand ein

Die Antriebsleistung für sämtliche Bewegungen des Krans wird von zwei Dieselmotoren von je 300 PS erzeugt. Diese können zusammen oder unabhängig voneinander arbeiten. Der Zweimotoren-Antrieb in Verbindung mit den pneumatischen Kontrollen ermöglicht eine äusserst feinfühligste Steuerung und trägt erheblich zur Sicherheit gegen Ausfall bei. Da das Welthandelszentrum nach einem sehr feinmaschigen Netzplan gebaut wird und ein Ausfall eines der Krane Störungen im gesamten Bauablauf verursachen würde, wurde bereits bei der Konstruktion der Krane grösster Wert auf die Sicherheit gegen

Bild 4. Auf dem Büroturm sind die vier Krane gut zu erkennen. Bauzustand etwa Mitte 1971



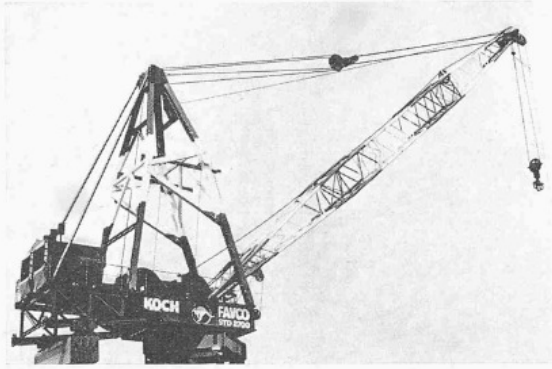
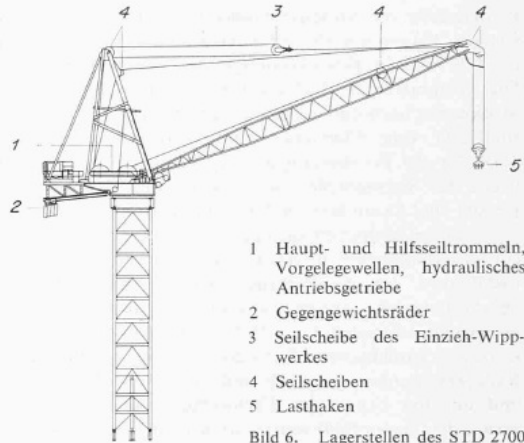


Bild 5. Der Aufbau des Turmdrehkranes STD 2700



- 1 Haupt- und Hilfsseiltrommeln, Vorgelegewellen, hydraulisches Antriebsgetriebe
- 2 Gegengewichtsräder
- 3 Seilscheibe des Einzieh-Wippwerkes
- 4 Seilscheiben
- 5 Lasthaken

Bild 6. Lagerstellen des STD 2700

Tabelle 1. Technische Daten des dieselhydraulischen Turmdrehkranes STD 2700

Maximale Hubgeschwindigkeiten (zwei Einstellungen) mit einem Flaschenzug mit zwei Flaschenzügen	120 und 60 m/min 60 und 30 m/min
Hilfshubgeschwindigkeit (ein Flaschenzug)	200 und 100 m/min
Wippgeschwindigkeit des Auslegers	
R_{min} bis R_{max}	1,5 min
Drehgeschwindigkeit	0,9 U/min
Hilfshubleistung	10 t
Haupthubleistung (ein Flaschenzug)	25 t
Haupthubleistung (zwei Flaschenzüge)	
bei 18 m Radius	50 t
bei 30 m Radius	25 t

Ausfall gelegt. Der höheren Belastbarkeit dienen die sich automatisch verschiebenden Laufgegengewichte; die vier 10-t-Gegengewichte auf dem schrägen Träger unterhalb des Krans (Bild 6) entfernen sich genau mit dem Ausfahren des 34 m langen Auslegers vom Kranschwerpunkt. Dadurch halten sie den Kran im Gleichgewicht, auch wenn grosse Lasten transportiert werden müssen, und ermöglichen eine Auslastung der Tragfähigkeit in jeder Stellung des Auslegers.

Alle Lagerstellen des STD 2700 sind mit FAG-Wälzlagern ausgerüstet. Pendelrollenlager befinden sich in den Seiltrommeln und Seilrollen (Bild 7), ein Axiallager am 50-t-Lasthaken, zweireihige Schrägkugellager zur Lagerung der Gegengewicht-

räder und Zylinderrollenlager in den Vorlegewellen sowie Pendelrollenlager und Rillenkugellager im hydraulischen Antriebsgetriebe.

Die Haupthub-, Hilfshub- und Flaschenzugtrommeln sind in einem gemeinsamen Rahmen untergebracht; damit ist eine rasche Montage und Demontage möglich. Das 40-t-Gegengewicht ist an Laufkatzen auf schrägen Trägern unter der Rückseite des Maschinendecks montiert und mit den Seilen des Auslegers verbunden. Falls ein Seil reißen sollte, halten beschwerte Greifer das Gegengewicht auf der Laufkatzenschiene fest.

Die Kontroll- und Messgeräte befinden sich im Führerhaus an der Vorderseite des Maschinendecks. Vorhanden sind unter anderem Gewichtsmesser für Haupt- und Hilfshub, die das Gewicht am Haken anzeigen; zusammen mit dem Lastradiusanzeiger helfen sie dem Kranführer, die Überlastung des Krans zu vermeiden. Ein Überlastungswarnsystem stoppt ausserdem alle Bewegungen bei 25% Überbeanspruchung. Beim Bau des Welthandelszentrums muss meistens blind gefahren werden (die Lasten sind für den Kranführer nicht sichtbar). Aus diesem Grunde sind Hakentiefenanzeiger vorhanden.

Bei Versuchseinsätzen wurde der Känguruh-STD 2700 Überlastungen bis zu 100% ausgesetzt, ohne Schaden zu nehmen. Die technischen Daten des Krans sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Bildernachweis: Die Bilder 1 bis 3 und 5 bis 7 wurden uns von «Wälzlagertechnik» in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt.