

ING. MANFRED WOITEK VDI

PEINER Kletterkrane

für ein

Hochhausprojekt

Sonderdruck aus der Zeitschrift

Maschinenmarkt

VOGEL-VERLAG WÜRZBURG

70. Jahrgang, Nr. 93 vom 20. November 1964

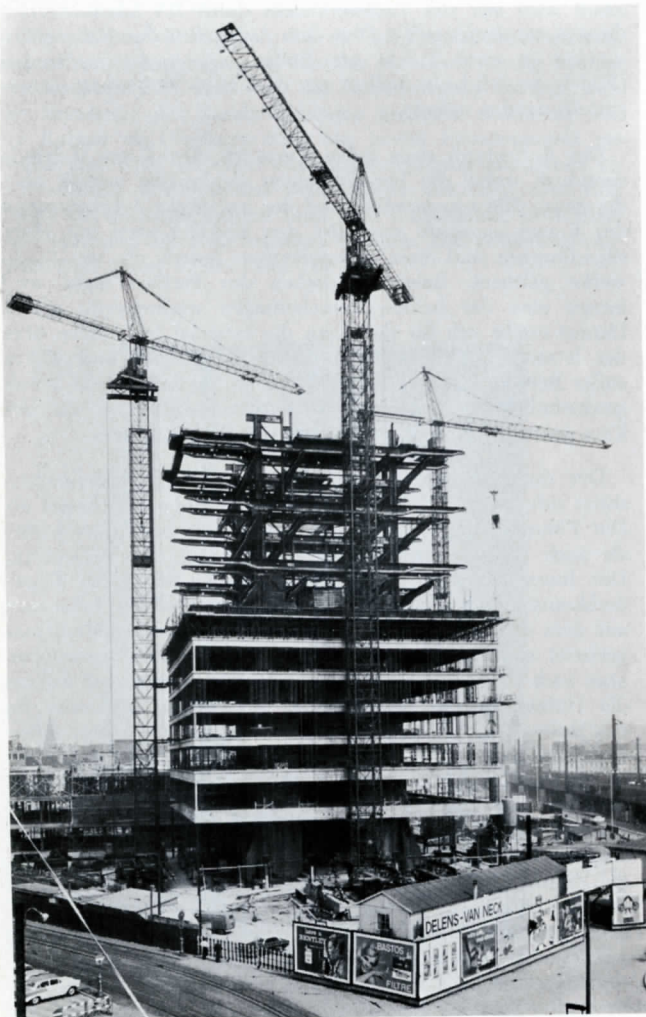
PEINER Kletterkrane für ein Hochhausprojekt

DK 621.873:624.032.22

Vorgespannte 40 t schwere Deckenhauptträger mit einer Länge von 40 m müssen beim Bau des Hochhauses „Tour du Midi“ in Brüssel 120 m gehoben werden. Die Projektstudien ließen erkennen, daß Kletterkrane diese Aufgabe am wirtschaftlichsten lösen. Eingesetzt wurden daraufhin drei Kletterkrane mit Laufkatzenauslegern und maximalen Hakenhöhen von 153 und 165 m.

Am Brüsseler Südbahnhof entsteht ein modernes Hochhaus, das mit einer Höhe von 147 m bei 38 Stockwerken zu den höchsten seiner Art in Europa gehören wird. Außerdem dürfte das unter dem Namen „Tour du Midi“ bekannte Bauprojekt durch eine neuartige Bauweise zu den interessantesten Hochhäusern

① Die drei Kletterkrane mit ihren Laufkatzenauslegern bei der Arbeit



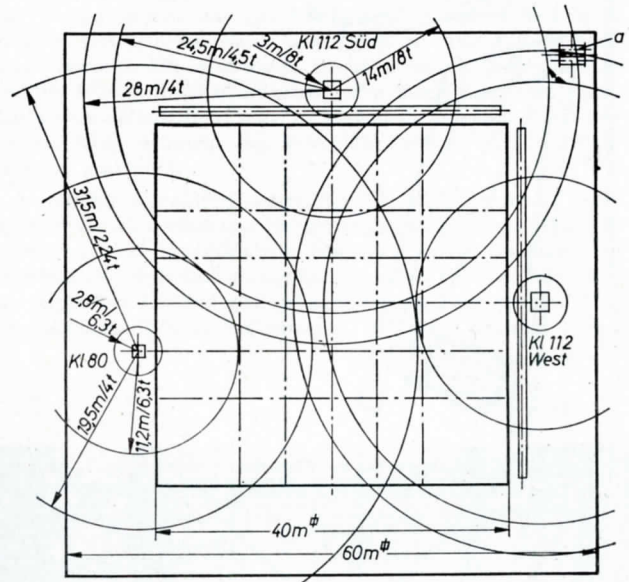
des alten Kontinents zählen. Die Tragkonstruktion des Bauwerkes besteht je Stockwerk aus vier Hauptträgern, die in der Nähe eines massiven Kerns aufgelagert werden. Die weit auskragenden Träger nehmen sämtliche Deckenlasten der Geschosse auf. Die gegebenen Belastungen bedingen Träger mit einer Länge von 40 m und einem Gewicht von 40 t.

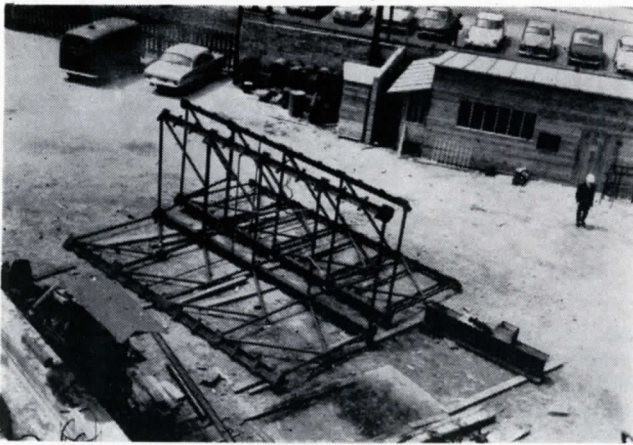
Ein Problem für den Kranbauer ...

stellte das Heben der erstmals in dieser Größenordnung im Hochhausbau verwendeten vorgespannten Deckenhauptträger bis auf eine Höhe von 120 m dar. Die Träger liegen, von der Gebäudekante aus gesehen, in einer Tiefe von 14,60 m oder 9,20 m. Je Stockwerk werden vier dieser unter dem Namen „Preflex-Träger“ patentierten Elemente benötigt. Für den tragenden Kern sind Stahlkonstruktionen von 8 t Stückgewicht zu versetzen. Die fünf obersten Stockwerke sollen laut Plan in üblicher Ortbetonbauweise ausgeführt werden.

Mit Ausnahme der Forderung, die schweren Träger zu heben, wäre das Bauwerk auch mit bisher bekannten Kranen auszuführen gewesen. Es galt jedoch, eine Anordnung von Hebezeu- gen zu finden, die neben den üblichen Aufgaben auch das Heben und Placieren der 40-t-Träger wirtschaftlich ausführen

② Grundriß des „Tour du Midi“ mit den drei Kranen und ihren Arbeitsbereichen. a Hubwinde

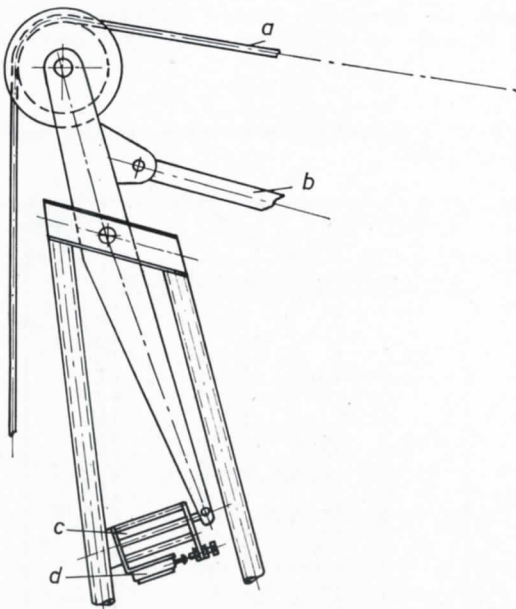




③ Fachwerk-Außenturmschuß vor der Montage

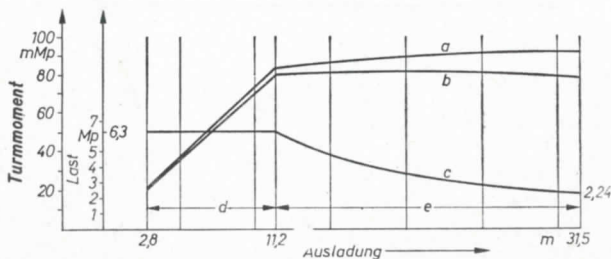
lassen. Dabei war auf größtmögliche Sicherheit Wert zu legen, denn der Ausfall eines Hebezeuges würde großen finanziellen Schaden nach sich ziehen.

Nach Vergleich mit anderen Lösungen und reiflicher Überlegung hat sich die ausführende Arbeitsgemeinschaft zweier belgischer Baufirmen entschlossen, den von einer deutschen Kranbaufirma eingereichten Vorschlag zu akzeptieren. Zur Anwendung gelangen danach drei Kletterkrane mit Laufkatzenauslegern (Bild 1 und 2).



④ Momenten-Überlastsicherung der Kletterkrane

a Hubseil, b Abspannstange des Auslegers, c Druckfeder, d Endschalter



⑤ Drehmoment- und Nutzlastdiagramm des Kletterkrans Kl 80

a Turmmoment mit Katze, b Turmmoment ohne Katze, c Nutzlast, d Bereich der Seilzug-Überlastsicherung, e Bereich der Momenten-Überlastsicherung

Aufstellung der Krane

Die Krane werden außen am Gebäude aufgestellt. Der Turm kann, da er die Schwenkbewegung des Oberkranes nicht mitmacht, auf fast beliebige Höhe aufgestockt werden. Die Krane mußten, bedingt durch die große Bauhöhe und die Montage der Elemente, außen am Gebäude verankert werden. Durch diese Aufstellung der Krane ist auch ein schneller und sicherer Abbau nach Fertigstellung des Bauwerkes gewährleistet, denn die Krane können sich an der Fassade vorbei selbst wieder abbauen: es sind keine aufwendigen Hilfskrane nötig.

Je ein Kletterkran vom Typ Kl 112 mit 4 Mp Tragkraft bei 28 m Ausladung steht in einer Hausachse und ein Kletterkran vom Typ Kl 80 mit 2,24 Mp Tragkraft bei 31,5 m Ausladung steht in der Achse eines Preflex-Trägers, damit das gesamte Bauwerk an allen Stellen mit den vorhandenen Ausladungen gut erreicht werden kann.

Konstruktiver Aufbau und Arbeitsweise der Krane

Türme und Ausleger

Der Außenturm eines jeden Kranes ist am Boden über Zuganker an der Fundamentkonstruktion befestigt. Bei den Kl-112-Kranen können die Fundamentkräfte je Stiel bis zu maximal 55 Mp Zug und 93 Mp Druck betragen. Im Bauwerk waren deshalb Unterkonstruktionen bis in die zweite Kellersohle erforderlich.

Jeder Außenturm besteht aus 19 Turmschüssen. Ein Turmschuß wird aus vier Fachwerktafeln durch HV-Schraubverbindungen zusammengefügt. Vor dem Aufstocken des Außenturms werden je zwei Tafeln am Boden miteinander verbunden (Bild 3), so daß beim Aufbau nur noch zwei Verbindungen hergestellt werden müssen.

Der Außenturm eines jeden Krans ist viermal am Gebäude verankert, wobei die Verankerungen gleichmäßig verteilt über die ganze Höhe angeordnet und der jeweiligen Arbeitsposition des Kranes angepaßt sind. Bei den Kl-112-Kranen mit Hubvorrichtungen sind diese Verankerungen jeweils um vier Stockwerke getrennt. Beim Hochziehen der Preflex-Träger wird immer eine der beiden Verankerungen wechselweise gelöst. Daraus ergibt sich für den Kran die maximal freie Höhe über der letzten Einspannung von 65,5 m im Betrieb und 45,5 m außer Betrieb. Der Außerbetriebsfall ist für auftretende Windgeschwindigkeiten von 160 km/h gerechnet worden, so daß der Kran jedem zu erwartenden Sturm standhalten kann.

Der durch Flaschenzug teleskopierbare Fachwerkkinnenturm stützt sich im Außenturm über Führungsschuhe auf diesem ab. Die Führungsschuhe übertragen sowohl die vertikalen Lasten als auch die Momente des Oberkranes auf den Außenturm. Der Innenturm trägt auf seinem obersten Schuß die Kugeldrehkranaufgabe. Über den Kugeldrehkran ist der Innenturm mit dem drehbaren Oberkran verbunden. Der Kugeldrehkran gestattet einen gefahrlosen Aufstieg auf den drehbaren Oberkran auch während des Betriebes. Die Drehbühne, auf welcher die Hubwinde, das Schwenkwerk, der Leonardumformer für das Hubwerk und die Schaltanlage aufgebaut sind, trägt außerdem noch den Führerhausschuß. Über dem Führerhausschuß ist der Anlenkrahmen aufgebaut, der die Verbindung zwischen Ausleger, Gegenausleger und Turmspitze darstellt. Der Gegenausleger und der Ausleger sind nur einmal abgespannt. Der Gegenausleger hängt mit seiner Zugstange an der Turmspitze, die Zugstange des Auslegers wird an den Hebel der im Kopf der Turmspitze gelagerten Momenten-Überlastsicherung angelekt. Da auch noch das Hubseil über diese Momenten-Überlastsicherung geführt wird, erreicht man in jeder Auslegerstellung ein auf die Drehachse der Überlastsicherung bezogenes konstantes Moment aus dem Eigengewicht des Auslegers und der zulässigen Laststellung bei entsprechender Ausladung. Mit dieser Überlastsicherung (Bild 4) ist die Abhängigkeit der zulässigen Last von der Ausladung genau festgelegt (Bild 5). Wird der Seilzug bei der Ausladungsverkleinerung zu hoch, schaltet die an der Hubwinde angebaute Seilzug-Überlastsicherung das Hubwerk im Hubsinn ab.

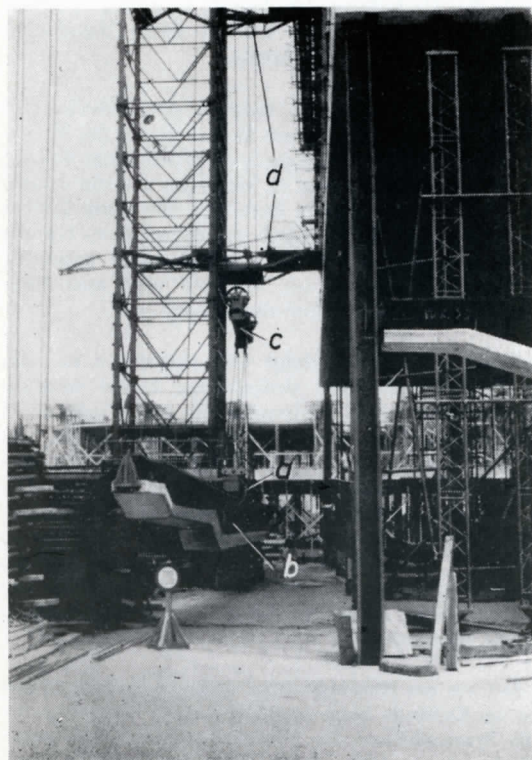
Die Ausleger sind als Dreigurtausleger in Fachwerkkonstruktion ausgeführt. Auf den unteren beiden Gurten fährt die Katze, deren Fahrtstrecke durch Endschalter begrenzt ist. Der Gegenausleger trägt an seinem rückwärtigem Ende den Ausgleichsballast. Hierdurch ist das Gewicht des Auslegers voll und die angehängte Last zur Hälfte ausgeglichen. Der Gegenausleger und die Turmspitze sind ebenfalls Fachwerkkonstruktionen.

Zur Selbstmontage und -demontage sind in den Zugstangen von Ausleger und Gegenausleger Flaschenzüge vorgesehen. Bei den Kl-112-Kranen sind in die Zugstangen des Auslegers zusätzliche Rollenblöcke eingebaut, die es ermöglichen, daß der jeweils am höchsten stehende Kran den Laufkatzenausleger um 4,50 m aufziehen kann. Dies geschieht mit einer Zusatzwinde, die in der Turmspitze eingebaut ist. Durch das Aufziehen des am höchsten stehenden Auslegers können die drei Krane für den Außerbetriebfall in den Wind gedreht werden. Die Ausleger behindern sich gegenseitig nicht, da sie in verschiedenen Höhen liegen.

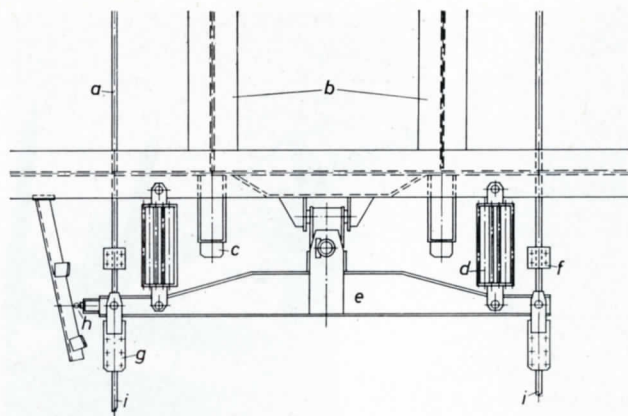
Das Hubwerk ist in Ward-Leonard-Schaltung ausgeführt. Es ist dadurch möglich, die Last feinfühlig einzufahren. Sollte sich beim Wachsen des Bauwerkes herausstellen, daß die Hub- und Senkgeschwindigkeiten für die kleinen Lasten und den leeren Haken zu niedrig sind, so besteht die Möglichkeit, durch Feldschwächung eine 1,6fach schnellere Geschwindigkeit zu erzielen. Die einzelnen Aggregate sind als geschlossene Einheiten in Blockbauweise ausgeführt. Da für alle entscheidenden Lagerungen Wälzlager verwendet wurden, sind die Krane nahezu wartungsfrei.

„Kletter“-Einrichtungen

Die „Kletter“-Einrichtung ist so konstruiert, daß auf ein eigenes Antriebsaggregat zum Klettern verzichtet werden konnte: mit der Hubwinde wird auch der Klettervorgang durchgeführt. Die Steuerung der Kranbewegungen geschieht wahlweise von der Kabine im Oberkran oder von einem Fernsteuerpult am Boden aus. Eine sinnvolle Übergabeeinrichtung ermöglicht es, daß während des Betriebes wechselweise von oben oder vom Boden aus gefahren werden kann. Die Umschaltung kann ohne Unterbrechung des Hubvorganges erfolgen. Die Bedienungspersonen sind immer in der Nähe der Last.



⑥ Hubwagen (a) mit angehängtem Preflexträger (b), Balancier (c) und Verankerungen (d) eines Kranes Kl 112 am Gebäude

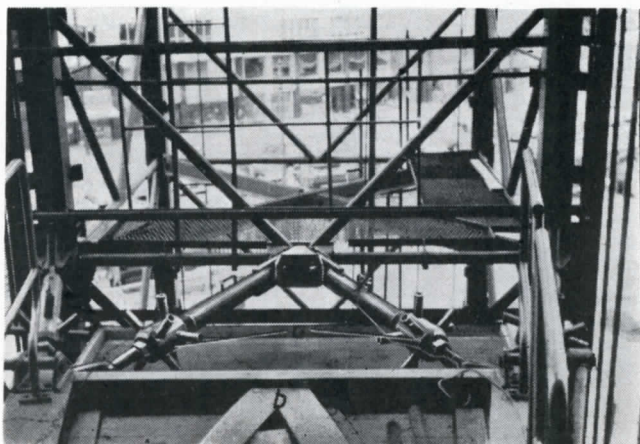


⑦ Ausgleichshebel der beiden unabhängigen Seilzüge an der Hubwinde
a Seilende, zur Speichertrommel laufend, b Windenrahmen, c Anschlagpuffer, d Federung, e Ausgleichshebel, f Sicherheitsklemme, g Seilklemme, h Endschalter, i Seilenden, zur Hubtrommel laufend

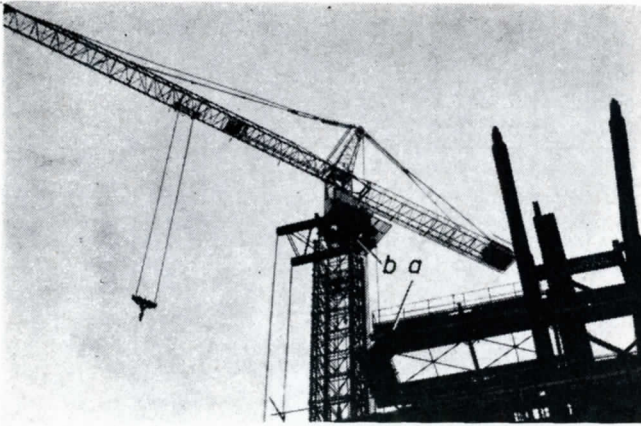
Hubeinrichtungen

Da die Träger von Stockwerk zu Stockwerk um 90° versetzt zum Einbau gelangen und die Möglichkeit, die Träger auf der jeweils obersten Etage zu drehen, nicht besteht, mußte am Außenturm eines jeden Kl-112-Kranes eine Hubvorrichtung für das Heben der 40-Mp-Träger angebaut werden. Die Träger werden gebäudeseitig am Kranturm mittels der im Keller stationierten Winde mit einer Hubgeschwindigkeit von 3,0 m/min gehoben. Dabei wird der Träger an einem Hubwagen aufgehängt, der an den Aufzugschienen am Außenturm durch vier Gleitschuhe geführt ist (Bild 6). Der Hubwagen wiederum hängt mit Trageseilen in der Mitte eines Balanciers, durch den erreicht wird, daß die beiden Seilzüge mit gleichen Lastanteilen beaufschlagt werden. Der Balancier trägt an seinen Enden die Rollenböcke für die zweimal angeordneten vierfachen Flaschenzüge zum Heben der gesamten Vorrichtung. Da durch die Einbaulage der Träger immer nur ein Kl-112-Kran Träger heben kann, werden von der Hubwinde aus beide Kl-112-Krane abwechselnd bedient. Die Hubwinde ist im ersten Kellergeschoß im rechten Winkel drehbar aufgebaut. Für jeden Kran eine eigene Hubwinde aufzustellen, wäre zu kostspielig gewesen, denn jede Winde hätte während der gesamten Bauzeit nur 20 Vollstunden gearbeitet.

Unter der Kugeldrehkranaufgabe für den drehbaren Oberkran ist die Umlenkstation für die Hubseile angebaut. Die Last hängt an zwei unabhängigen Seilzügen, wobei gebäudeseitig zweimal vier Seile und rückseitig vom Kran zweimal zwei Seile im doppelten Abstand der gebäudeseitigen Seile laufen. Trotz der außermittigen Lastaufhängung ist der Kranturm infolge



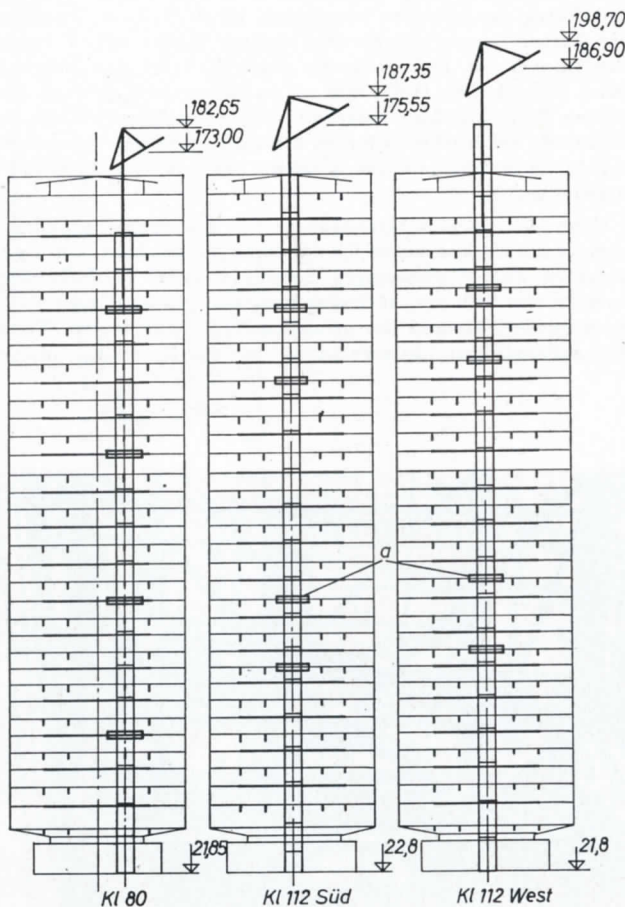
⑧ Spannschlösser (a) und Verankerung (b) eines Kletterkranes am Gebäude



9 Hubbühne (a) am Kranarm und Umlenkstation (b) der beiden Seilzüge unter dem Kugeldrehkranz

dieser Seilführung völlig momentenfrei und erhält nur mittigen Druck. Jeder Seilzug ist in der Lage, die gesamte Last allein aufzunehmen. Im Normalbetrieb laufen beide Seile parallel und werden je mit der halben zulässigen Last beaufschlagt. Je ein Ende eines Seilzuges ist auf den Ausgleichshebel geführt, mit welchem ein genauer Kräftevergleich der beiden Seilzüge möglich ist. Die anderen beiden Seilenden werden von den Trommeln der Hubwinde aufgespult.

Für die Hubseile sind zugleich Speichertrommeln vorgesehen, da, wie schon beschrieben, diese Winde mit beiden Kl-112-Kranen arbeiten muß. Die Hubtrommeln nehmen jeweils nur so viel Seil auf, wie zum Heben in das gerade zu verlegende Stockwerk benötigt wird. Wenn der Hubwagen am Boden abgesetzt wird, sind nur noch drei Sicherheitswindungen auf der Trommel. Das Seil wird auf dem Boden abgelegt, und die Winde kann in



10 Höhen der drei Krane nach Fertigstellung des Gebäudes und Lage der Verankerungen (a)

ihre zweite Arbeitsposition gedreht werden. Diese Arbeitsweise hat noch einen zweiten Effekt: das Hubseil wird solange wie möglich nur in einer Lage aufgespult. Dadurch wird das Seil weitgehendst geschont, und es wird nicht nötig sein, dieses wegen normalen Verschleißes auszutauschen. In den obersten Stockwerken wird dann in die zweite Lage gespult, weil etwa 720 m Seil aufzuwickeln sind und es wegen der beschränkten Raumverhältnisse im Keller nicht möglich war, eine Trommel aufzustellen, die das gesamte Hubseil in einer Lage aufgespult hätte.

Die Hubwinde und auch die Speicherwinden sind als Blockhubwerke ausgeführt. Getriebe, Seiltrommel, Antriebsmotor und Bremse sind durch einen gemeinsamen Grundrahmen zu einem geschlossenen Aggregat vereinigt. Durch diese Bauweise wurde die Betriebssicherheit erhöht und die Wartung vereinfacht.

Der Antrieb der Hubtrommeln erfolgt durch Schleifringläufer-Flanschmotore über je ein geschlossenes Stirnradgetriebe. Die Backenbremse ist dem Hubmotor gegenüberliegend angebaut. Sie wird gegen die Spannkraft einer zylindrischen Schraubenfeder durch Bremslüfter gelöst. Mit dem Hubmotor erhält der Magnet Strom und die Bremse wird geöffnet. Wird der Hubmotor abgestellt, so fällt gleichzeitig der Magnet ab, und die Bremse schließt durch die Federkraft.

Der Grundrahmen der Hubwinde ruht auf einem Kugeldrehkranz, der genügend groß ist, um die auftretenden Axialkräfte und Momente sicher auf das Fundament zu übertragen. Der Seilauflauf auf die gemeinsam auf den Grundrahmen montierten Trommeln ist so gewählt, daß entweder die Seile aufeinander zu- oder voneinander weglafen. Dadurch ist im Normalbetrieb garantiert, daß die Windeneinheit in ihrer Lage stehen bleibt und kein zusätzliches Drehmoment auf das Fundament ausgeübt wird. Sollte einmal im Einseilbetrieb gefahren werden, so ist der Windenrahmen mit dem Fundament verbolzt.

Am Getriebegehäuse, das sich um die Hubtrommelachse drehen kann, ist die Drehmomentenstütze als Seilzug-Überlastsicherung ausgebildet. Durch verschiedenen Seilzug an der Trommel erhält auch die Drehmomentenstütze verschiedene Kräfte. Bei zu großem Seilzug wird ein Überlastschalter betätigt und das Hubwerk im Hubsinne abgeschaltet. Die Last kann normal abgesetzt werden. Zusätzlich ist ein zweiter Kontakt vorhanden, der bei Einseilbetrieb die Abschaltung der doppelt so großen Seilskraft vornimmt. Dabei wird der erste Kontakt durch Umschalten der Anlage auf Einseilbetrieb überbrückt.

Der Ausgleichshebel (Bild 7), an welchem die Seilenden der beiden Seilzüge befestigt sind, ist am Grundrahmen der Winde gelenkig angebracht. Bei geringfügig unterschiedlichem Seilzug läuft der Motor, der mehr belastet ist, langsamer und der andere schneller, so daß er Seil aufholen kann und das ganze System im Gleichgewicht bleibt. Sollte jedoch aus irgendeinem Grunde eine größere Unsymmetrie in der Seilbelastung auftreten, schwenkt der Ausgleichshebel aus. Dadurch wird eine Endsicherung betätigt, die beide Hubwerke stillsetzt.

Die Steuerung der Winde erfolgt vom Hubwagen aus, der aus diesem Grunde mit einem umlaufenden Podest versehen ist. Da Steuerleitungen vom Hubwagen bis zur Winde einen sehr großen Aufwand an Steuerkabeln erfordert hätten, hat man sich zum Einbau einer UKW-Funkfernsteuerung entschlossen, die es den Bedienenden ermöglicht, sich auf dem Podest zu bewegen. Außerdem besteht noch die Möglichkeit, wahlweise mit einem stationären Steuerpult vom Keller aus zu fahren. Mit Hilfe dieser beiden Steuereinrichtungen hat das Bedienungspersonal immer die Möglichkeit, in der Nähe der Last oder unmittelbar neben der Winde die Arbeit durchzuführen und zu überwachen.

Vom Podest aus am Hubwagen sind auch die Verankerungen des Kranes am Gebäude beim Durchfahren der Träger zu bedienen. Die Spannschlösser der Verankerungen sind so ausgebildet, daß sie sich — gleich, ob sie Zug- oder Drucklast erhalten — öffnen lassen und kein weiteres Verspannen des Kranes möglich ist (Bild 8).

Alle Bauteile, die unmittelbar mit der Träger-Hubvorrichtung zusammenhängen, sind auf doppelte Belastung ausgelegt, so daß das mitfahrende Bedienungspersonal größte Sicherheit hat und damit bei Ausfall eines Gliedes aus einem Hubsystem immer noch das zweite System zuverlässig, ohne jede Überbeanspruchung arbeitet.

Ist ein Träger in Arbeitsposition gehoben, so fährt eine Hub-
bühne auf dem Preflex-Träger im darunterliegenden Stockwerk
bis an den Kranturm heran und der Träger wird auf diese
Bühne abgesetzt (Bild 9). Durch die Gleichstrom-Senkbrem-
schaltung beträgt die Senkgeschwindigkeit in der ersten Stufe
nur 2,6 mm/s. Die Bühne braucht allein für die statische Last von
40 t ausballastiert zu sein, da die Massenkräfte verschwindend
klein sind.

Mit der Bühne fährt der Träger an die Einbaustelle. Dort
wird er mit der auf der Bühne installierten Hubeinrichtung in
die Aussparungen der Eckpfeiler abgesetzt.

Die Schaltung der Hubwerke ist als gesteuerte Gleichstrom-
Senkbremsschaltung mit 4-0-4-Stufen ausgeführt. Beim Heben
werden die Läuferwiderstände stufenweise, durch Zeitrelais
überwacht, abgeschaltet. Das Senken geschieht in den ersten
drei Stufen als Gleichstrom-Senkbremung, in der vierten Stufe
als Kraftsenkung zum Abfahren des leeren Hubwagens. Beim
Senken des Trägers auf die Hubbühne ist die vierte Stufe
mechanisch verriegelt: es kann also nicht mit der großen Ge-
schwindigkeit auf der Bühne aufgesetzt werden. Da bei andau-
erndem Einseilbetrieb der Motor thermisch überlastet sein
kann, sind in den Ständerwicklungen Sensothermkontakte ein-
gebaut, die bei zu starker Erwärmung den Motor so lange
abschalten, bis er abgekühlt ist. Die Antriebsmotoren der
Speicherwinden sind direkt eingeschaltete Kurzschlußläufer.
Tafel 1 faßt die wichtigsten technischen Daten der Krane zusam-
men.

Tafel 1: Technische Daten der Kletterkrane

| Kran | Kl 80 | Kl 112 |
|-------------------------|---|---|
| Tragkräfte | 2,24 Mp bei 31,5 m 6,30 Mp bei 11,2 m 6,30 Mp bei 2,8 m | 4,0 Mp bei 28,0 m 8,0 Mp bei 14,0 m 8,0 Mp bei 3,0 m |
| Hubgeschwindigkeiten | 80 m/min bei 2,5 Mp 40 m/min bei 5,0 Mp 20 m/min bei 6,3 Mp | 100 m/min bei 3,15 Mp 80 m/min bei 6,30 Mp 25 m/min bei 8,00 Mp |
| Katzfahrgeschwindigkeit | 40 m/min | 40 m/min |
| Schwenkdrehzahl | 1,0 U/min | 0,8 U/min |
| größte Ausladung | 31,5 m | 28,0 m |
| kleinste Ausladung | 2,8 m | 3,0 m |
| maximale Tragkraft | 6,3 Mp | 8,0 Mp |
| maximale Hakenhöhe | 151 m | 165 m |

Betriebsabnahme

Die gesamten Hebezeuge sind nach DIN 120, Gruppe II,
gerechnet und von der Association des Industriels de Belgique
abgenommen worden. Die Krane wurden mit einer statischen
Überlast von 50% und einer dynamischen Überlast von 25%
ausprobiert. Die 40-Mp-Hubvorrichtung wurde mit 50% Über-
last dynamisch abgenommen.

Baustand

Derzeit steht der Kran Kl-112-Süd auf 83 m, der Kran
Kl-112-West auf 88 m und der Kran Kl-80 auf 74 m Hakenhöhe.
Da das Verlegen der Preflex-Träger bisher ohne Schwierig-
keiten durchgeführt werden konnte, ist in Aussicht genommen
worden, die restlichen fünf Stockwerke ebenfalls mit den vor-
gespannten Trägern auszuführen. Die Kl-112-Krane müßten
jedoch erhöht werden, um das Aufziehen der Träger in diese
Stockwerke zu ermöglichen. Der Kl-112-West würde dann eine
Hakenhöhe von 165 m und der Kl-112-Süd eine solche von
153 m erhalten. Mit den Höhen der Spitzenrollen von 177 m
und 165 m über Kranfußpunkt dürften diese Laufkatzenkrane
zu den höchsten Kranen der Welt gehören (Bild 10).

