

6.2.1.2 Turmdrehkrane (TDK)

Zu unterscheiden ist zwischen schienenfahrbaren und feststehenden Turmdrehkranen.

Die Gleise schienenfahrbarer TDK haben einen hohen Platzbedarf und führen zu Behinderungen des Baustellentransportes, der Zugänglichkeit zu den Gebäuden mit zusätzlichen mobilen Hebezeugen, Autobetonpumpen usw., des Einbringens der unterirdischen Wirt- schaft und der Errichtung angrenzender baulicher Anlagen. Außer- dem wird durch den erforderlichen Abstand zwischen Kran und Gebäude der Tragkraftbereich beträchtlich reduziert.

Diesen Nachteilen stehen im Vergleich zu feststehenden TDK folgende Vorteile gegenüber:

- Leichtes und schnelles Umsetzen (bei selbst aufrichtenden TDK)
- höhere Mobilität und damit im allgemeinen größere bestreih- bare Gebäude- und Vormontagefläche
- bessere Bedingungen für Zweikranmontagen.

Feststehende TDK bleiben vom Beginn der Montage des Kranes bis zu seiner Demontage im Grundriß unveränderlich an einer Stelle. Nach dem Prinzip der Mastverlängerung sind es Kletterkrane. Der Kletterkran zeichnet sich in seiner Anwendung beim Bau des Containers durch folgende Vorteile aus:

- minimaler Platzbedarf, einsetzbar bei sehr beengten Grundrissen
- unabhängig von Gebäudenhöhe
- keine Kreuzung mit anderen Verkehrsträgern (Straßen, Gleise)
- annähernd uneingeschränkte Zugänglichkeit zu den Gebäuden mit anderen Mechanismen
- minimale Behinderung anderer Objekte

Nachteilig ist, neben schon genannten Gründen, die relativ schwierige Demontage bei beengten Platzverhältnissen.

6.2.1.3 Portalkrane

Die Montage schwerer Portalkrane ist aufwendig, kompliziert und teuer, und selbst an den Einsatz schwerer Hebezeuge (MDK, Derrick) gebunden. Für das KKW Saporoshje (UdSSR) durchgeführte Analysen haben ergeben, daß der Einsatz eines Portalkranes erst dann effektiv wird, wenn ein Containment nicht mehr als ca. 600 Montageeinheiten aufweist. Nach Ermittlungen von TEP Moskau besteht das Containment z. Bt. jedoch aus 3 600 Montageeinheiten [30].

Der Einsatz schwerer Portalkrane kann durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert werden:

Vorteile

- keine Tragkraftreduzierung inf. Ausladung oder Hakenhöhe
- ruhiges, gleichmäßiges Arbeiten durch ständige Kranstabilität
- Ermöglichung großer Vormontagen und des Transportes dieser Teile
- hohe Betriebssicherheit
- günstige Beleuchtungsmöglichkeit
- günstige Möglichkeiten für Kranfernbedienung

Nachteile

- unflexibel
- hohe Inventkosten bei gleicher Tragfähigkeit im Vergleich mit Derrick
- rel. niedrige Arbeitgeschwindigkeiten
- hohe Transport- und Rüstkosten
- nur Translationsbewegungen
- schwere Gleisbett erforderlich
- Behinderungen durch Krangleise
- hohe Kosten für Entwicklung, Betrieb, Unterhaltung

6.2.1.4 Mobile Hebezeuge (Auto- oder Mobil Drehkrane)

Die Bauwerksparameter des Reaktorgebäudes, der tiefe Ausleger-
anlenkpunkt und die hohen Einsatzkosten stehen einem generellen
MDK - Einsatz entgegen. Für besondere, kurzfristige Aufgaben
kann die Verwendung eines oder mehrerer MDK ökonomisch sein.
Zu diesem Aufgabenbereich gehören:

- Verlegen der Bewehrung der Fundamentplatte
- Einheben schwerer Behälter in den unteren Geschossen
- Montage des Rundlaufkranes
- Montage großer vorgefertigter Linsensegmente der Kuppel.

Der Einsatz mobiler Hebezeuge ^{ist} durch folgende Vor- und Nachteile
gekennzeichnet:

Vorteile

- schnell umsetzbar
- geringer Zeitaufwand für Auf-
bau, Abbau u. Umrüsten
- äußerst variabel durch Viel-
zahl an Auslegervarianten
- Nutzung vorhandener befestigter
Straßen als Aufstandsebene
- Kosten für besonders verlegte
Baustraßen sind bedeutend ge-
ringer als z. B. Gleise für
TDK

Nachteile

- hoher Anschaffungspreis
- hohe Betriebskosten
- relativ geringe Ausladung
- nur in beschränktem Maße
unter Last verfahrbar
(Abstützungen erforderlich)

6.2.1.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der internationale Trend geht in Richtung des Einsatzes immer schwererer Hebezeuge für die Montage des stahlbautechnischen Teils von Containments, da man bestrebt ist möglichst großflächige Sektionen zu montieren, um den bauzeitmitbestimmenden Schweißaufwand zu minimieren. Während die ersten Liner von Einschalencontainments noch aus 500 bis 600 Einzelsegmenten bestanden, ist diese Anzahl heute bei einigen KKW schon auf 8 komplett vormontierte Segmente reduziert [21, 42].

Die Anzahl der an einem Standort in einer bestimmten Taktfolge zu errichtenden Blöcke hat Einfluß auf die Bauart der Haupthebezeuge. Bei Monoblockanlagen (nur ein Block an einem Standort) ist der erforderliche Zeitaufwand für Aufbau, Abbau und Umsetzen der Hebezeuge von untergeordneter Bedeutung. Ebenso behindern z. B. Abspannselle von Derrickkränen bei Monoblockanlagen nicht den Bauablauf an anderen Blöcken.

Duoblockanlagen, die in kurzer Taktfolge errichtet werden erhalten im allgemeinen eine zweifache Bestückung mit Haupthebezeugen oder nur einen Schwerlastkran, der beide Containments bestreichen kann, je nach Vormontagegrad der Stahlkonstruktion [21, 42].

Im NSW werden als Haupthebezeuge für die Errichtung des Containments fast ausschließlich feststehende Krane eingesetzt.

Werden auf einer Baustelle mehr als zwei Blöcke in kurzer Taktfolge errichtet, kommt der Problematik des Zeitbedarfes für Aufbau, Abbau und Umsetzen der Hebezeuge eine maßgebende Bedeutung zu, da daraus entstehende technologische Pausen Einfluß auf die Gesamtbauzeit haben können.

6.2.2 Hebezeugginsatz im Kraftwerksbau sozialistischer Staaten

Die meisten RGW-Staaten, wie ČSSR, VR Polen, VR Ungarn, SR Rumänien, z. T. auch UdSSR, importieren schwere Hebezeuge für den Kraftwerksbau aus dem NSW [21, 30, 31, 34, 43, 44, 45].

So arbeitet der Montagekran Peiner VM 2 000 mit einem Traglastmoment von 23 500 kNm beim Bau des Kohlekraftwerkes Melnik III in der ČSSR. Der Kran besitzt eine Tragkraft von 1 020 kN, die max. Hakenhöhe liegt bei 145 m. Das Gerät ist unter voller Last fahrbar und kann auf kleiner Fläche montiert werden. Das kleinere Modell VM 1 300 mit 13 000 kNm ist ebenfalls in Melnik eingesetzt [34]. Ein Peiner VM 2 000 soll auch beim KKW Zarnowiec (VRP) eingesetzt werden [45].

Beim Bau des Kraftwerkes Balchatow (VRP) wird ein den speziellen Bedingungen der Baustelle angepasster Linden - Turmdrehkran (Schweden) eingesetzt. Mit 135 m Hubhöhe gehört er zu den zur Zeit größten freistehenden TDK. Sein maximales Lastmoment liegt bei 8 800 kNm; max. Tragkraft 500 kN; max. Ausladung 46,5 m [43, 44].

Kletterkrane der Fa. Pontain (Frankreich) mit Lastmomenten von 3 000 kNm bis 10 000 kNm werden u. a. an den KKW Bohunice und Dukovany (ČSSR), Zarnowiec (VRP) sowie am KW Kozielnice (VRP) eingesetzt [21, 43, 45, 46, 61].

Für das KKW Saporoshje (UdSSR) ist der Einsatz eines dänischen TDK mit einem Lastmoment von 100.000 kNm geplant [21] (s. a. Bl. 22). Der bisher im Kraftwerksbau der UdSSR, der DDR und anderer RGW - Staaten eingesetzte sowjetische TDK BK 1 000 einschließlich seiner 7 Modifizierungen kann die höheren Forderungen bezüglich Hakenhöhe, Tragkraft, kurze Auf- und Abbauzeit (Selbstaufrichtung) nicht erfüllen. Deshalb wurde in der UdSSR der SKR-1 500 und der SKR-2 200 mit Lastmomenten von 10 000 bzw. 15 000 kNm entwickelt. Es handelt sich um einen selbstaufrichtenden Baukran, dessen Montagezeit mit 4 Tagen bei einer 12-Mann - Brigade angegeben wird (Vergl. BK 1 000 - Aufbauzeit ca. 3 Mon.).

In der Entwicklung befindet sich z. Zt. ein Kran mit größerem Lastmoment und Hubhöhe, der SKR-3 500 [26, 47, 48].

Die Krane SKR - 2 200, SKR - 3 000 E und SKR - 1 000 EM sollen bis 1980 im Energiebau der UdSSR eingeführt werden [49]. Bei seinem ersten Einsatz auf Kraftwerksbaustellen der UdSSR (KKW Nowo Woronesh V) hat sich der SKR - 2 200 bestens bewährt. Als Vorteile gegenüber dem BK 1 000 werden vor allem die größere Montagegeschwindigkeit und -genauigkeit, das größere Lastmoment und der längere Ausleger herausgestellt [50].

6.2.3. Versorgungssituation in der DDR

6.2.3.1 Turmdrehkrane

Die bisher im Kraftwerksbau der DDR an den Bauplätzen einzusetzen TDK BK 1 000 sind technisch und moralisch veraltet und in ihren technischen Parametern für die Containerverladung nicht ausreichend. Außerdem steht im VEB Kone nur das BKW 11 aus derzeitiger Sicht nur max. ein TDK BK 1 000 zur Verfügung [47, 53]. Der Import eines Nachfolgetyps mit gleichen oder besseren Parametern ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht vorgesehen bzw. vereinbart. Über das Kt. [42, 51] in der DDR vorhandenen Turmdrehkrane binde kommt es zu, bzw. in den nächsten Jahren folgende Typen neu zum Einsatz [4, 18].

Typenbezeichnung	Herstellerland	Lastmoment kNm	Ausleger Typ	Ausladung m	sonstige
MB 88	DDR	800 - 880	NA	ca. 25	
S 981 A	DDR	1 000	NA	25	
KB 401 A	DDR	1 600	NA	35	
UK 161	DDR	1 600	KA	35	
TK 160 *	DDR	1 600	NA	25	
TK 180	DDR	1 800	NA	32	
MB 2 043	DDR	ca. 2 000	NA	bis 50	Außenblech- kran, ab 1983 33 auch einbaubar
UK 240/1	DDR	2 400	KA	40	

NA = Nadelausleger
KA = Katzausleger

Ein vom VEB Baumschneidwerk Berlin produzierter Portal-
kran mit einem Lastmoment von 12 500 kNm ist nur für den Export
in das NSW bestimmt [52].

Die in [12] und in obigen Tabelle angeführten TDK können auf Grund ihrer unzureichenden Parameter im KKW - Bau bestenfalls als zusätzliche Hilfshebezeuge zum Einsatz kommen.

In der DDR fehlen also sowohl für die Realisierung der neuen KKW - Baulinie mit 1 000 MW-DWR als auch für andere Kraftwerkslinien [48] entsprechende Hebezeuge. Ein qualitativ und quantitativ optimaler Hebezeugeinsatz ist aber eine der Ursachen für die im NSW erreichten Bauzeiten [21] bzw. eine der Grundvoraussetzungen für die Realisierung der gemäß Ablaufkonzeption (s. Blatt) geplanten Bauzeiten und Taktfolgen.

6.2.3.2 Mobile Hebezeuge

Mobile Hebezeuge der 1000 kN - Klasse (AK 150, Coles Centurion) wurden bisher im Kraftwerksbau der DDR als komplex genutzte Hebezeuge vorwiegend operativ eingesetzt. Lediglich die Montage der baulichen Hülle der Maschinenhäuser bei KKW mit 440 MW (Stützeinreihe A) und 500 MW - RBKW (komplette Hülle) erfolgte planmäßig mit schweren mobilen Hebezeugen.

Im VEB KfAB steht aus derzeitiger Sicht kein mobiles Hebezeug der 1000 kN - Klasse für den Einsatz am KKW III zur Verfügung [48, 53].

Der VEB BMK Magdeburg, als BAM Bau für das KKW III, verfügt z. Zt. über einen MDK 504 (Kirov) mit 500 kN - Nenntragkraft und einen Teleskop-Autokran AMK 425-63 (Gottwald) mit 1000 kN - Nenntragkraft, die beide für das KKW zur Verfügung stehen.

Der VEB MLK/Imo Leipzig verfügt über schwere mobile Hebezeuge der Firma DEMAG, die eventuell für die Montage der Stahlkonstruktion des Maschinenhauses zum Einsatz kommen können.

In den anderen Industriezweigen (z. B. VEB Spezialmontagen Weimar im Kombinat SKET, VEB IMO Merseburg) sind mobile Hebezeuge verschiedener Typen bis 3000 kN Tragkraft vorhanden, die aber bisher im Kraftwerksbau nicht eingesetzt wurden. Es wird eingeschätzt, daß sie für diesen Zweck auch nur in begründeten Fällen, evtl. für spezielle Einzelmontagen, eingesetzt werden können.

Über die in [12] aufgeführten mobilen Hebezeuge hinaus werden in der DDR produziert bzw. importiert

Typenbezeichnung	Hersteller	Bauart	Nenntragkraft	
KS - 5362	UdSSR	Mobilkran	250 kN	
RDK 280	ZEMAG/Zeitz	Raupendrehkran	280 kN	vorwiegend Export UdSSR
KS - 6263	UdSSR	Mobilkran	400 kN	
MDK 504	Kirow/Leipzig	Mobilkran	500 kN	

Diese Hebezeuge sind für bestimmte Aufgaben im Kraftwerksbau (Fundamentplatten, Rohrbrücken u. a.) einsetzbar, für schwere Hochbau-

montagen aber auf Grund unzureichender Parameter nicht verwendbar.

6.3 Variantenuntersuchung für die Realisierung der KKW mit 1000 MW - DWR in der DDR

6.3.1 Reaktorgebäude und Umbau

6.3.1.1 Fundamentplatte

Frühere Untersuchungen [2] haben ergeben, daß für Schling- und Bewehrungsarbeiten der Fundamentplatte der Einsatz mobiler Hebezeuge am vorteilhaftesten ist. Auch beim KKW Nowo Woronesch V [5, 7] wurden und auf anderen KKW - Baustellen der UdSSR werden mobile Hebezeuge (Raupendrehkrane) für die Fundamentierung eingesetzt. Außerdem wird gemäß Pkt. 6.3.1.2 - Variante 3 - das erste Sockelgeschoss ebenfalls mit mobilen Hebezeugen errichtet, so daß für die Fundamentplatte der Einsatz anderer Hebezeugarten (z. B. RDK) nicht vertretbar wäre.

Um die Ausdehnung der Baugrube und damit die Erdmassenbewegungen auf ein Mindestmaß zu beschränken, bewegen sich die Hebezeuge auf dem Unterbeton der Fundamentplatte, mit Ausnahme der Herstellung der letzten (außenlichen) Segmente im Bereich der Ein- bzw. Ausfahrt der Baugrube. Dort ist die Anordnung einer 12m - breiten Fahr- und Montageebene erforderlich. Die Zulassenlagerung der Bewehrungselemente erfolgt entsprechend auch entweder auf dem Unterbeton oder außerhalb der Baugrube im Schwenkbereich der Hebezeuge.

Obwohl Raupendrehkrane (RDK) gegenüber luftbereiften mobilen Hebezeugen (MDK, ADK) den Vorteil besitzen, unter voller Last verfahrbar zu sein, ist bei einer segmentweisen Herstellung der Bewehrung der Fundamentplatte auch der Einsatz von MDK und ADK möglich, da die einzelnen Kranstandorte über einen gewissen Zeitraum unveränderlich bleiben können. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß durch Fahr- und Lenkmanöver von RDK der relativ dünne Schutzestrich über der auf dem Unterbeton liegenden Rollendienung beschädigt werden kann.

6.3.1.1.1 Montagemassen

Die maximalen Montagemassen der Bewehrungselemente lagen in Nowo Woronesch V [5] bei 1,5 t (K-Scheiben); die erforderlichen Tragkräfte werden mit 100 kN für Bewehrungsstahlbündel und mit 160 kN für

K-Scheiben-Pakete angegeben. Es kann angenommen werden, daß sich die Elementmassen auch bei der Monoblockbauweise nicht wesentlich ändern.

Neben der Bewehrung sind als verlorene Schalung dienende Stahlbetonfertigteile zu montieren, die Montagemassen bis zu 2,0 t besitzen.

6.3.1.1.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Um möglichst großflächige Segmente der Fundamentplatte in einem Stück bewehren zu können und damit die Anzahl der erforderlichen Hebezeugstandorte zu minimieren, sind Ausladungen der mobilen Hebezeuge von 20...25 m erforderlich. Da die als verlorene Schalung dienenden Stahlbetonfertigteile an der Bewehrung befestigt werden und folglich erst nach der Fertigstellung eines Bewehrungsfeldes montiert werden können ergeben sich etwa ebensolche Ausladungen. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Abmessungen der Bewehrungsfelder den Lieferlängen der Bewehrungsstäbe (12m) entsprechen, bei Berücksichtigung der Überdeckungen.

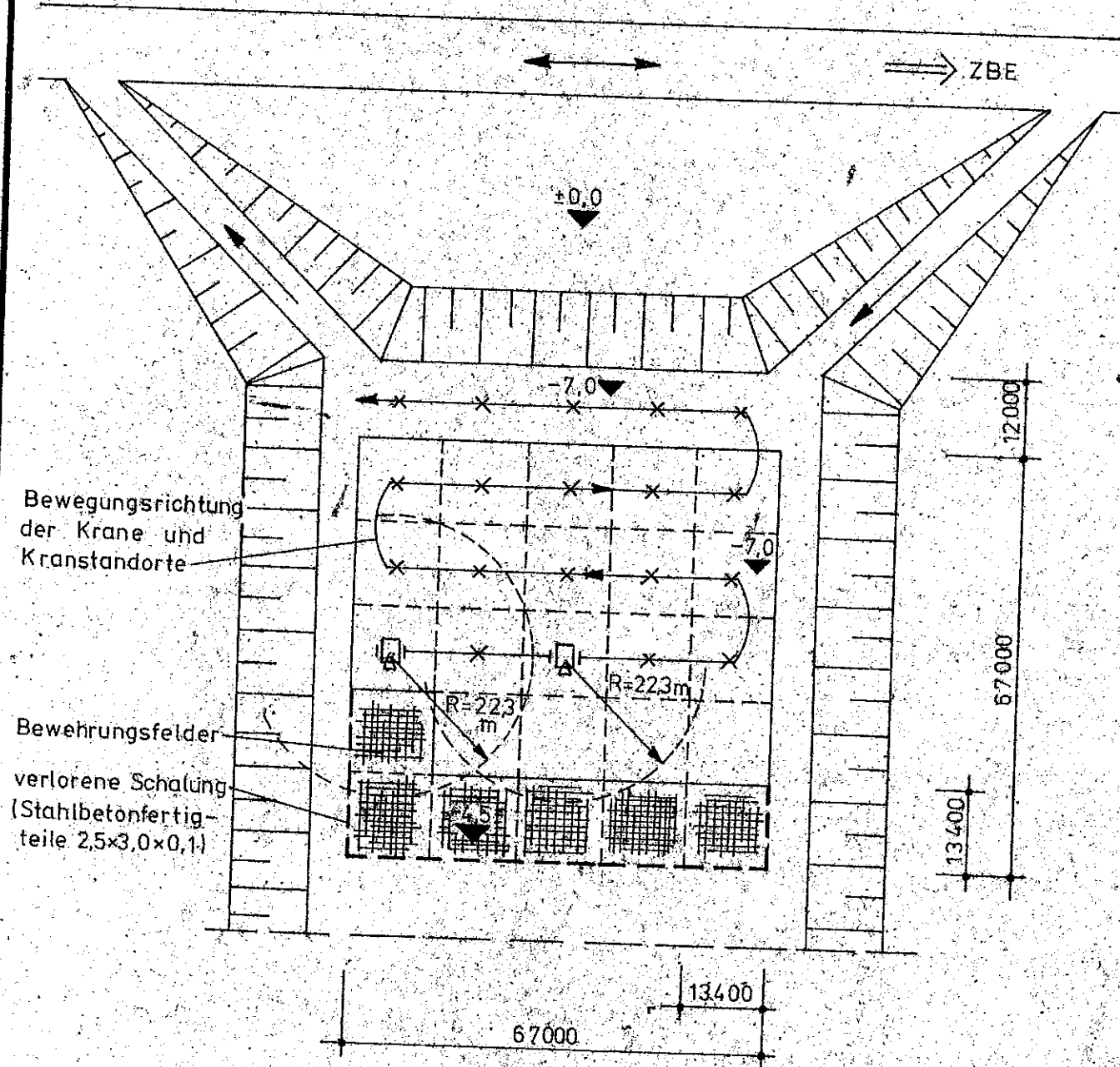
Von den im Realisierungszeitraum in der DDR voraussichtlich verfügbaren mobilen Hebezeugen sind für die Fundamentierung demnach folgende Typen technologisch und ökonomisch einsetzbar [12, 13, 57]:

Typ	Ausleger	Tragkraft kN	Ausladung m
MDK 404	B 3	25	22,3
MDK 160/1	B 3	25	22,3
UB 162-1	A 5	27	21,0
MDK 504	B 2	37	22,2

6.3.1.1.3 Zusammenfassung

Für die Herstellung der Fundamentplatte (Bewehrung, verlorene Schalung) kommen mobile Hebezeuge mit 400 oder 500 kN - Nennt Tragkraft zum Einsatz. Luftbereifte MDK/ADK werden dabei bevorzugt. Um eine vertretbare Bauzeit zu erreichen, sind zwei Geräte erforderlich. Bei der Bewehrung der Fundamentplatte in

quadratischen oder rechteckigen Segmenten (rel. Breite ca. 12,0m) erfolgt der Baufortschritt von nord nach süd (s. Bild 9).



Bewegungsrichtung
der Krane und
Kranstandorte

Bewehrungsfelder
verlorene Schalung
(Stahlbetonfertig-
teile 2,5x3,0x0,1)

Legende :


-  Mobildrehkran MDK 404
- Ausleger B 3
- Tragkraft 25 kN
- bei 22,3m Ausladung

Bild 9
Hebezeugeinsatz
Fundamentplatte

6.3.1.2 Sockelbereich

Der Sockelbereich einschließlich der Decke +13,20m wird vom übrigen Hochbauteil des Reaktorgebäudes / Umbau getrennt betrachtet, da die erforderlichen Hebezeugparameter auf Grund niedrigerer Montage-massen und geringerer Bauwerksteilhöhe sich von denen des darüber-liegenden Gebäudeteiles erheblich unterscheiden können. Außerdem müssen die Hebezeuge für die Errichtung des Sockels, mindestens zum Teil, auf einer anderen (tieferen) Höhenkote aufgestellt werden, als die sich auf 10,0m bewegenden Haupthebezeuge für den restlichen Hochbauteil, da die Ebene für die ersten zu montierenden Elemente auf -4,50m liegt [29]. Die Verfallung des Bereiches -4,50m...10,0m kann frühestens nach Errichtung des ersten Sockelgeschosses und dem Einbau der unterirdischen Wirtschaft in diesem Bereich erfolgen.

6.3.1.2.1 Montagemassen

Der Sockelbereich -4,50m...+10,50m besteht vorwiegend aus Stahlbetonzellen - Rippendeckenplatten - Konstruktionen. Vereinzelt kommen Stahlzellen mit zusätzlicher tragender Bewehrung zum Ein-satz. Außerdem sind während der Bauphase ca. 14 größere Stahlbe-hälter zu montieren, die aber auch als Wickelbehälter nachträglich im fertigen Bauwerk installiert werden können [29].

Gemäß [55] können die Einzelmassen der Bauelemente der Gebäude, die vom Generalprojektanten des Auftragnehmers (TEP Moskau) pro-jeziert werden, bis zu 25 t betragen.

In [29] werden als max. Elementmassen für Stahlbetonzellen und Rippendeckenplatten 10...12 t angegeben. Gemäß Zeichnung 46s und 47s [29] hat die größte Rippendeckenplatte eine Masse von 11,3 t. Eigene Ermittlungen ergaben für Stahlbetonzellen max. Eigenmassen von 8,1 t, für Rippendeckenplatten 11,3 t (einschl. Versatzteile). Rechnet man mit max. Elementmassen von 12,0t, so ergeben sich max. Montagemassen von ca. 14,0 t.

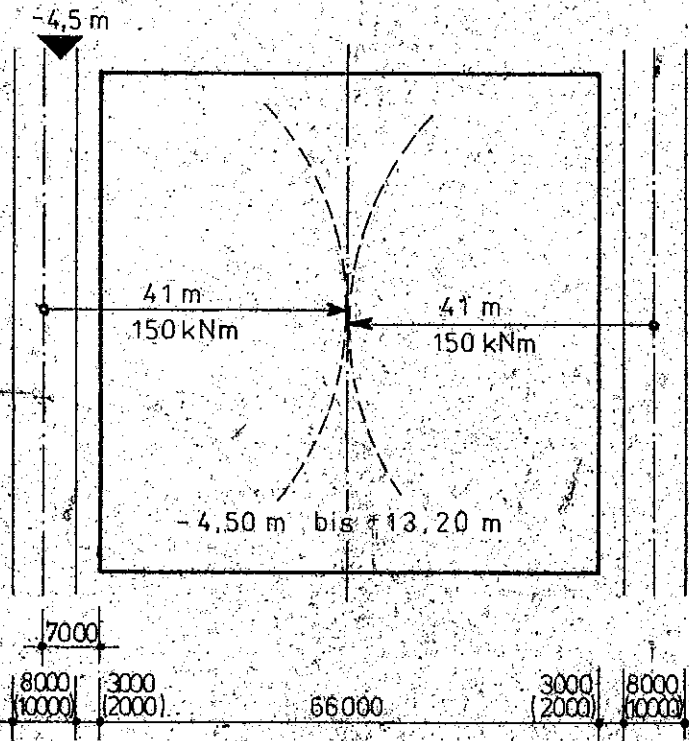
Da die Einzelmassen der im Sockel befindlichen Stahlzellen und Be-hälter sowie ihre Lage im Grundriß nicht bekannt sind, erfolgt die Bestimmung der erforderlichen Hebezeugparameter auf der Grund-lage von 15,0 t max. Montagemassen. Schwerere Elemente können mit mobilen Hebezeugen oder in Zweikranmontage eingehoben werden. Es wird eingeschätzt, daß diese Montagemasse auch für die Decke +13,20m nicht überschritten wird, da die Bewehrung vorwiegend aus

K-Scheiben und Einzelstäben bestehen wird, und gemäß [5], Zeichnung OM-42 954, die max. Masse eines Bewehrungskorbes 7,35 t beträgt.

6.3.1.2.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Variante 1: 2 schienenfahrbare Turmdrehkrane auf -4,50m

Der Achsabstand von Hebezeugen der erforderlichen Größenordnung vom Gebäude (z. B. PDK 12 500 [56], MK 630 [37]) beträgt ca. 7 m. Bei einer Gebäudebreite von 66m ergibt sich die erforderliche Ausladung mit 40m und damit ein Lastmoment von 6000 kNm.



Kranleis
PDK 12 500 bzw.
MK 630

Bild 10

Hebezeugeinsatz
Sockel (Variante 1)

Die erforderliche Höhe des Auslegeranlenkpunktes beträgt ca. 18m; Hakenhöhe $\geq 25m$.

Variante 2: Vorkopfmontage mit mobilen Hebezeugen (Montageebene -4,50m)

Da auf Grund der notwendigen Abschottungen der Fugen- und Ringankerbewehrungskörbe, der Verschachtelung der einzelnen Räume im Grundriß u. a. eine scheibenweise Vorkopfmontage des Sockels nicht möglich sondern eine abgetreppte Vorkopfmontage erforderlich ist (s. a. Punkt 6.3.1.2.3), ergeben sich für mobile Hebezeuge

relativ große Ausladungen bzw. hohe Nenntragkräfte. In Bild 11 ist an einem (idealisierten) Sockelquerschnitt eine Montagesituation dargestellt. Es zeigt sich, daß selbst ein 1000 kN - Autodrehkran (AK 150) tragkraftmäßig nicht ausreichend sein dürfte.

Variante 3: Vorkopfmontage bis 10,0m mit mobilen Hebezeugen;
ab 10,0m Einsatz der Haupthebezeuge 15 000 kNm

Es soll nur das erste Geschöß des Sockels in Vorkopfmontage mit mobilen Hebezeugen scheiben- bzw. reihenweise errichtet werden, damit das Bauwerk die zur Aufnahme des Erddruckes nach Verfüllung bis 10,0m erforderliche Stabilität erhält.

Es wird angenommen, daß dies möglich ist, obwohl die Decke 10,0m nicht in allen Bereichen durchgehend ausgebildet ist (einige Räume sind von -4,50m bis +5,50m durchgehend) [29] , Zeichnung 47-s. Da die max. Länge der Rippendeckenplatten 9150mm beträgt [29] , Zeichnung 49-s, kann mit Raumbreiten in Deckenspannrichtung von max. 9,0m gerechnet werden.

Bei diesem extremen Montagefall dürfte die Montage der Rippendeckenplatten bei einer Deckenspannrichtung parallel zur Montage- richtung mit einem 500 kN - Mobilkran noch möglich sein (s. Bild 12). Bei Deckenspannrichtungen quer zur Montagerichtung gibt es keine Probleme. In diesem Fall würde u. U. ein 400 kN - Mobilkran ausreichen, obwohl ein stärkerer Kran vorzuziehen ist, u. a. auch um weniger häufig den Standort wechseln zu müssen [57] .

Variante 4: 2 Portalkrane auf -4,50m bzw. auf 10,0m

Gemäß [54] werden in der DDR Portalkrane mit 80m - Stützweite und einem oder zwei Kragarmen und Tragkräften bis 500 kN hergestellt. Die max. Hubhöhe beträgt aber nur 16m (über Schienenoberkante). Diese Hubhöhe ist bei Standorten auf -4,50m zu gering. Standorte auf 10,0m wären für die Montage des Sockels bis +10,50m möglich, wenn Stahlbetonzellen nicht über schon bis +10,50m montierte Bauwerksteile gehoben werden müssen, was aber aus derzeitiger Sicht nicht auszuschließen ist. Da auch Hübe für die Decke +13,20m (z. B. K-Scheiben) auf Grund der geringen Hakenhöhe nicht mehr möglich sind und sich somit die Einsatzzeit an einem Block auf ca. 4Mon. reduziert, wird diese Variante abgelehnt.

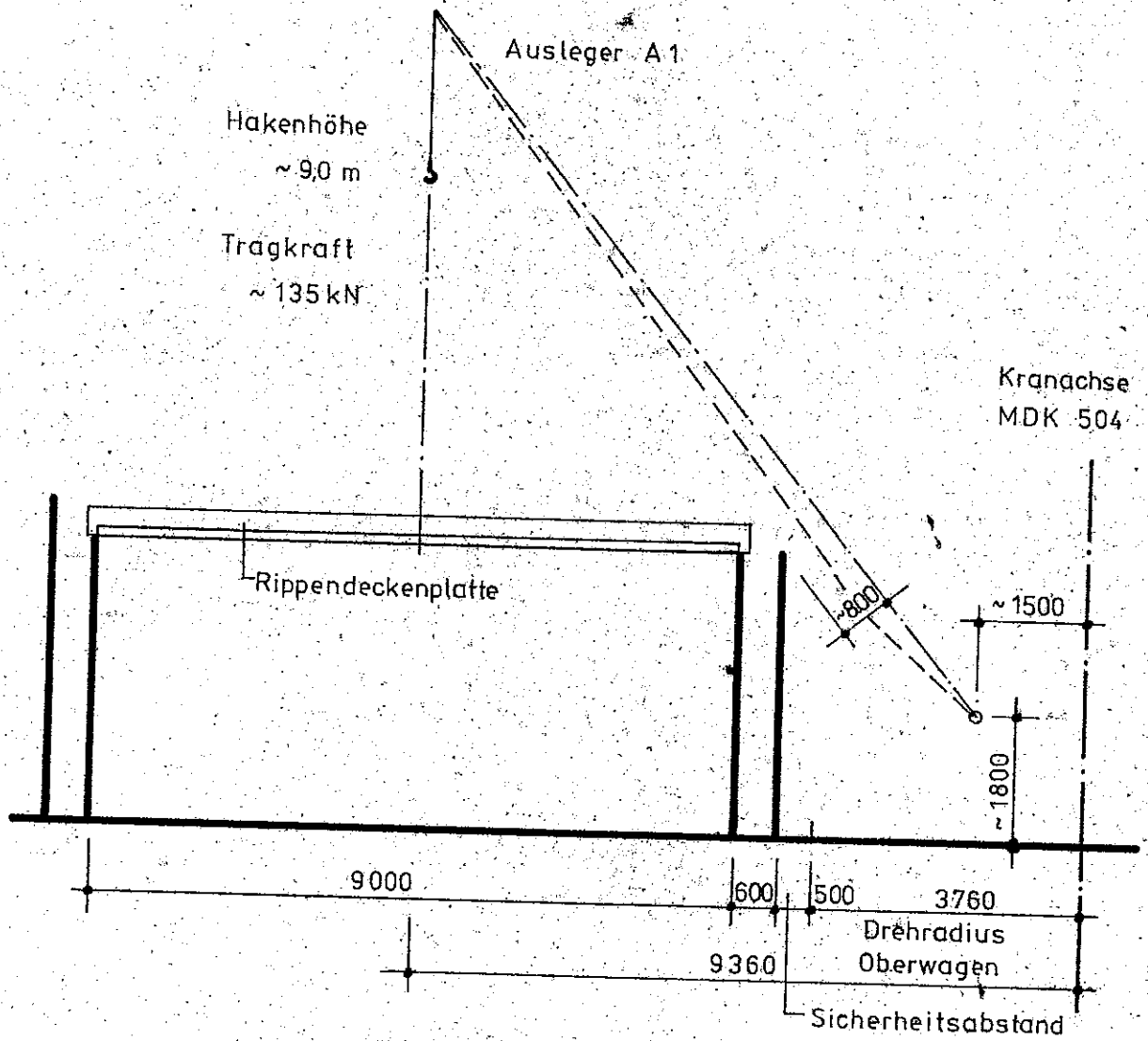


Bild 12

Hebezeugeinsatz Sockel

(Variante 3)

—Deckenspannrichtung parallel zur Montagerichtung—

Im Produktionsprogramm des VEB SKET Magdeburg sind Portalkrane 800...6000 kN, so daß eingeschätzt werden kann, daß die Herstellung von Portalkranen mit den erforderlichen Parametern (Hakenhöhe $\geq 25,0\text{m}$; Stützweite $\geq 70\text{m}$; Tragkraft $\geq 150\text{ kN}$) in der DDR technisch möglich ist.

6.3.1.2.3 Variantenvergleich

Variante 1: 2 Schienenfahrbare Turmdrehkrane auf $-4,50\text{m}$

Vorteile:

- problemlose Montage der Stahlbetonzellen und Rippendeckenplatten geschosswise in optimaler Reihenfolge
- Anschlußseilen für Stahlbetonzellen in der Fundamentplatte können vor Betonieren eingebaut werden
- Verkürzung der Taktfolge der Bauarbeiten gegenüber Variante IIIa auf einer Baustelle möglich, d.h. die Blöcke 3 und 4 könnten ca. 9 Monate früher begonnen werden, ohne daß zusätzliche Haupthebezeuge erforderlich sind (s. Pkt. 10.4).
- volle Nutzung des Lastmomentes der Hebezeuge

Nachteile:

- zweimaliger Wechsel der Hebezeugtypen
- Aufbau der Hebezeuge in der Baugrube auf $-4,50\text{m}$ ist kompliziert und aufwendig
- Abbau der Hebezeuge, Einbau der unterirdischen Wirtschaft, Verfüllung, Aufbau der neuen Hebezeuge in sehr kurzen Zeitraum (ca. 2 Mon.) erforderlich. Dabei steht für das Betonieren (s. B: für Umsetzen des Deckenverteilermaastes) der Decke $+13,20\text{m}$ zeitweise kein Hebezeug zur Verfügung. Da der Wechsel der Hebezeuge mit Sicherheit nicht nahtlos vor sich gehen kann ergibt sich eine technologische Pause, die bauzeitwirksam wird.
- Haupthebezeuge (15 000 kNm) sind nicht ausgelastet (zeitliche Lücken zwischen Einsatz an Block 1 und Block 3 bzw. Block 2 und Block 4 von etwa einem Jahr)

Variante 2: Vorkopfmontage mit mobilen Hebezeugen (Montageebene $-4,50\text{m}$)

Vorteile:

- statt 10 sind nur 6TDK $\geq 6000\text{ kNm}$ zu beschaffen
- während der Vorkopfmontage des Sockels steht genügend Zeit für Einbau der unterirdischen Wirtschaft und dem Aufbau der Haupt-

Hebezeuge zur Verfügung.

- nur einmaliger Wechsel der Hebezeugtypen
- TDK - Einsatz nur auf einer Ebene (±0,0m)

Nachteile:

- Umbiegen der Anschlußbeisen in der Fundamentplatte oder später (unmittelbar vor Montage der Stahlbetonzellen) anschweißen, je nach Stahlgüte und Durchmesser
- Es ist nur ein Montagefortschritt parallel zur Deckenspannungsrichtung möglich, d. h. Hebezeugstandorte rechtwinklig zur Deckenspannungsrichtung, da im anderen Fall jede Rippendeckenplatte einzeln provisorisch abgestützt werden müßte. Die Deckenspannungsrichtung muß also in jedem Fall gleich sein.
- Auf Grund der notwendigen Abschottungen der Betonierabschnitte der Decken müssen die drei Geschosse des Sockels abgetreppt montiert werden. Daraus ergeben sich große Ausladungen für mobile Hebezeuge bzw. hohe Nenntragkräfte ($\approx 1000 \text{ kN}$).
- Die Verschachtelung der Räume läßt vermutlich eine konsequente abgetreppte Montage gar nicht zu.
- Decke +13,20m muß mit Haupthebezeugen $\geq 15 \text{ 000 kNm}$ hergestellt werden, die dafür bezüglich ihres Lastmomentes nicht ausgelastet sind.
- Sortimentgerechte Anlieferung der Stahlbetonzellen und Rippendeckenplatten, Montage vom Transportfahrzeug.
- Genaue Einhaltung einer vorgeschriebenen Montage- und Betonierfolge erforderlich.
- Einsatz eines Deckenverteilermastes auf Grund der abgetreppten Montage voraussichtlich nicht möglich. Autobetonpumpe mit Knickverteilermast erreicht nicht alle Betonierabschnitte; dadurch teilweise Betonieren mit Kranklüber am MDK erforderlich.
- Bauzeitverlängerung 50% (entspr. 3...4Mon.)

Variante 3: Vorkopfmontage bis ±0,0m mit mobilen Hebezeugen;
ab ±0,0m Einsatz der Haupthebezeuge $\geq 15 \text{ 000 kNm}$

Vorteile:

- ungestörter Einbau der unterirdischen Wirtschaft, Verfüllung und Aufbau der Haupthebezeuge während Vorkopfmontage des Sockels bis ±0,0m
- Volle zeitliche Auslastung der Haupthebezeuge durch ca. 9Mon. früheren Einsatz

- statt 10 sind nur 6 TDK ≥ 6000 kNm zu beschaffen
- nur einmaliger Wechsel der Hebezeugtypen
- TDK - Einsatz nur auf einer Ebene ($\pm 0,0m$)

Nachteile:

- Umbiegen der Anschlußseile in der Fundamentplatte oder später (unmittelbar vor Montage der Stahlbetonsäulen) anschweißen, je nach Stahlgüte und Durchmesser
- Haupthebezeuge $\geq 15 000$ kNm sind für Sockelbereich bzw. Decke $+13,20m$ bezüglich Lastmoment nicht ausgelastet
- eventuelle Verzögerungen im Bauablauf eines Blockes haben unmittelbaren Einfluß auf den übernächsten Block infolge späterer Verfügbarkeit der Haupthebezeuge

Variante 4: 2 Portalkrane auf $-4,50m$ bzw. auf $\pm 0,0m$

Vorteile:

- wie Variante 1 (bei ausreichender Hubhöhe - individuell konstruierte Portalkrane)

Nachteile:

- Bei seriennässigen Portalkranen der DDR - Produktion Hubhöhe nicht ausreichend
- sonstige Nachteile wie Variante 1

6.3.1.2.4 Zusammenfassung

Unter den Bedingungen der Ablaufvariante IIIa muß der Hebezeugvariante 3 - Vorkopfmontage bis $\pm 0,0m$ mit mobilen Hebezeugen, ab $\pm 0,0m$ Einsatz der Haupthebezeuge $\geq 15 000$ kNm - der Vorzug gegeben werden. Die Vorteile dieser Variante liegen in erster Linie in

- voller zeitlicher Auslastung der Haupthebezeuge $\geq 15 000$ kNm
- Einsparung von 4 stek. TDK 6000 kNm
- problemloser Einbau der unterirdischen Wirtschaft während der Vorkopfmontage des Bereiches bis $\pm 0,0m$.

Dem gegenüber sind die genannten Nachteile von untergeordneter Bedeutung.

Sollte die Faktfolge der Blöcke an einem Standort gegenüber Variante IIIa verkürzt werden, wird die Hebezeugvariante 1 zur Vorzugsvariante.

6.3.1.3 Bauteile über +13,20m

Die Bauwerksteile

- Inneneinbauten +13,20m...+36,80m
- Containment (Zylinderschale und Kuppel) +13,20m...+71,30m
- Umbau +13,20m...+46,80m

sind bezüglich des Hebezeugeinsatzes komplex zu betrachten, da sie aus Bauzeitgründen weitestgehend parallel errichtet werden müssen. Der Grad der Parallelität ist allerdings abhängig von der Anzahl der eingesetzten Hebezeuge (s. Pkte. 7.1 und 8.1.1) sowie von arbeits^{sch}sätztechnischen Restriktionen.

Die Stand- bzw. Fahrebene der Haupthebezeuge liegt in jedem Fall auf 10,0m, d. h. Einsatz nach Einbau der unterirdischen Wirtschaft und Verfüllung dieses Bereiches.

Als Grundvariante für die Errichtung der Containments und der Inneneinbauten (Wände) gilt gemäß Aufgabenstellung die Stahlzellenbauweise (s. Pkt. 3). Spezielle Probleme der Spannbetonbauweise bezüglich des Hebezeugeinsatzes werden kurz angedeutet. Es wird davon ausgegangen, daß der Betoneinbau nur in Ausnahmefällen mittels Krankübel erfolgt (Schweratbeton, evtl. Kuppel, Havarietechnologie).

Der in [17, 18] konzipierte Einsatz einer Betonverteileranordnung, bestehend aus der Kombination UK 160/ BVM 23 im Reaktorschacht ist bei der vorliegenden Anlagenkonzeption (Monoblockbauweise) nicht mehr realisierbar:

- Auf Grund der Grundrißabmessungen des Sockelbereiches von 67x67m ist der 35m - Ausleger des UK 160 zur Aufnahme von Lasten zu kurz. Er reicht im günstigsten Fall nur 1,5m über den Sockelbereich hinaus.
- Da die Gesamtlänge des Auslegers des UK 160 ca. 37m beträgt, würde er den angrenzenden Zwischenbau bis zu ca. 4m überschneiden. Da der Zwischenbau während der Einsatzzeit des UK 160 rohbaumäßig schon fertig gestellt ist (s. Pkt. 8.2.1), ist der Kran nur um rund 270° schwenkbar. Damit kann auch der Betonverteilermast nicht den gesamten Grundriß überstreichen.

6.3.1.3.1 MontagemasSEN

Wie schon erwähnt können die Einzelmassen der Bauelemente der Gebäude, die vom Generalprojektanten des Auftragnehmers (TEP Moskau) projektiert werden, bis zu 25t betragen [55]. Dies dürfte in erster Linie die Stahlzellen betreffen. Eigene Ermittlungen haben für eine Normalzelle des Containers eine Eigenmasse von ca. 15t, für die Konsolzelle der Rundlaufkranbahn ca. 33t ergeben.

Die Massen der Stahlbetonzellen und der Rippendeckenplatten für den Umbau entsprechen denen des Sockels (s. Pkt. 6.3.1.2.1). Neben diesen Bauelementen sind mit den Haupthebezeugen während der Bauphase auch Ausrüstungselemente einzuhoben. Dies betrifft vor allem

- Kranbrücke für Rundlaufkran: 1 Brückenträger	100t	[29]
- Hauptschleuse	30t	[26]
- Havarieschleuse	20t	[26]
- Stahlplatten zur Aufnahme der HWP	86t	[26]
dito, gemäß [58]	50t	
dito, gemäß [30]	107t.	

6.3.1.3.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Die hier zu untersuchenden Varianten für die Haupthebezeuge werden in 2 Gruppen eingeteilt:

- I. schienenfahrbare Hebezeuge. (TDK, Portalkran)
- II. feststehende Hebezeuge. (Kletterkran, Montagewest, Kranausleger am Abluftschornstein gemäß [3], s. Bild 13).

Bei der Ermittlung der erforderlichen Parameter für die beiden Hebezeuggruppen wird davon ausgegangen, daß

- die Brückenträger des Rundlaufkranes in Zweikranmontage eingehoben werden,
- die Stahlplatte zur Aufnahme der Hauptumwälzpumpen entweder mit dem Rundlaufkran eingehoben werden, oder daß sie (bei einer Masse $\leq 50t$) im Grundriß mindestens 6m von der Nord-Süd-Achse des Reaktorgebäudes entfernt liegen, d. h. z. B. mit einem TDK SKR-2 200 eingehoben werden können.
- einzelne Stahlzellen, z. B. Konsolzellen und andere Bauelemente in ungünstiger Lage und überdurchschnittlich hohen MontagemasSEN ebenfalls in Zweikranmontage eingehoben werden können.

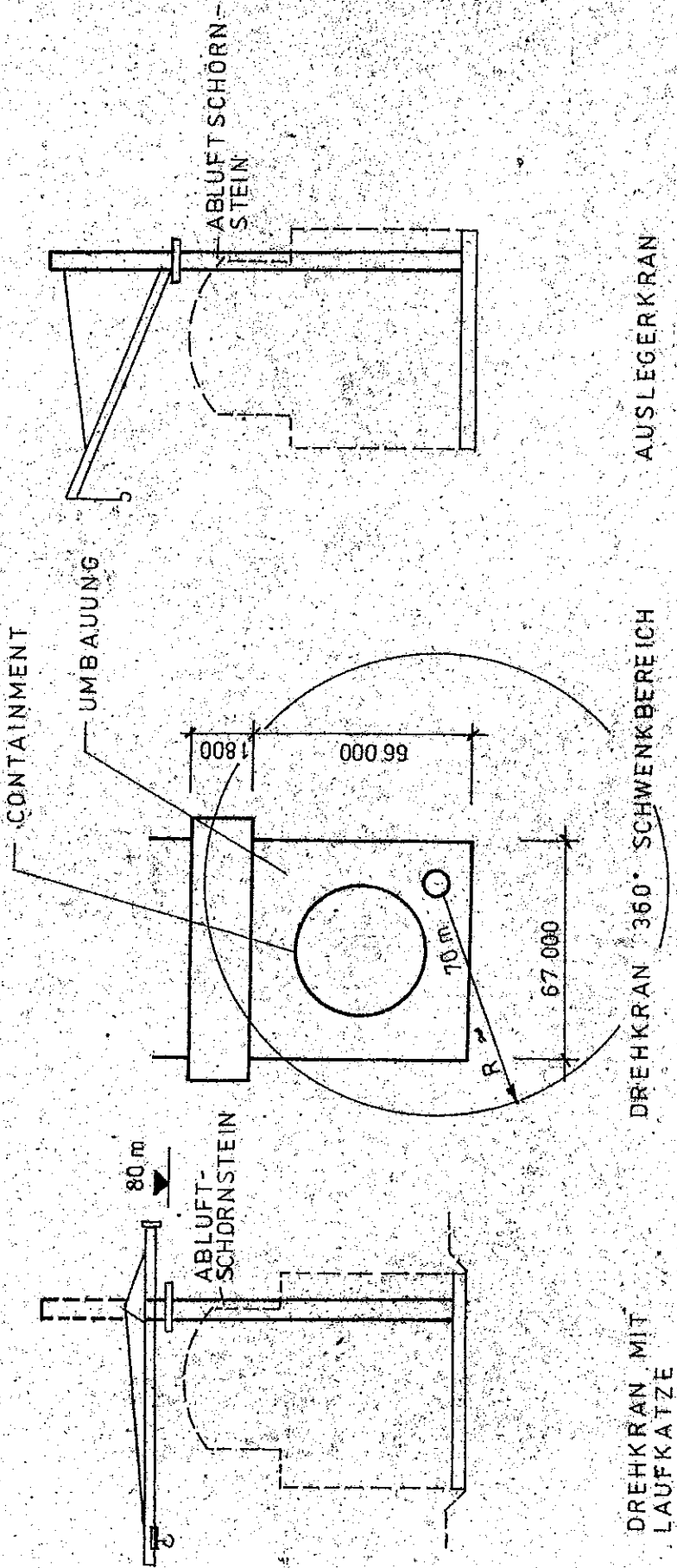


Bild 13 Hebezeugeinsatz - RG / Umbau

ANLAGE ZUM NV 10/79 (BMK K+E KB 15)
HEBEZEUG F. MONTAGELEISTUNGEN AN CONTAINMENT

Hebezeuggruppe I: schienenfahrbare Hebezeuge

Aus Gründen der Erreichung einer vertretbaren Bauzeit (s. Ablaufplan Pkt. 8.1.1) werden mindestens zwei Hebezeuge mit gleichen Parametern benötigt.

Aus den Bauwerksabmessungen ergeben sich folgende erforderliche Parameter (s. a. Bilder 1 und 2)

- Turmdrehkrane

- Höhe des Auslegeranlenkpunktes
 - bei Nadelausleger ≥ 50 m
 - bei Katzausleger ≥ 85 m
- Ausladung (je nach Hebezeugtyp) $\geq 40 \dots 47$ m
- Hakenhöhe bei o. g. Ausladung ≥ 80 m

- Portalkrane

- Stützweite ≥ 72 m
- Kragarme ≥ 6 m
- Hakenhöhe ≥ 80 m

Hebezeuggruppe II: feststehende Hebezeuge

Je nach Art des Haupthebezeuges sind zwei Hebezeuge mit gleichen oder drei Hebezeuge mit unterschiedlichen Parametern technologisch erforderlich.

Während beim Einsatz zweier Kletterkrane mit gleichen Parametern das Einheben des Rundlaufkranes in Zweikranmontage möglich ist, müssen Hebezeuge wie

- Montagemast
- Kranausleger am Abluftschornstein gemäß [3], Bild
- einzelner Kletterkran

Tragkräfte besitzen, um die 100t schweren Brückenträger allein einheben zu können, wenn die Brückenträger nicht (analog der Verfahrensweise bei den KWU-Kraftwerken [20, 21]) halbiert eingehoben werden können.

In den Bildern 14 bis 15 sind mögliche Hebezeugkombinationen mit ihren Standorten und erforderlichen Parametern dargestellt.

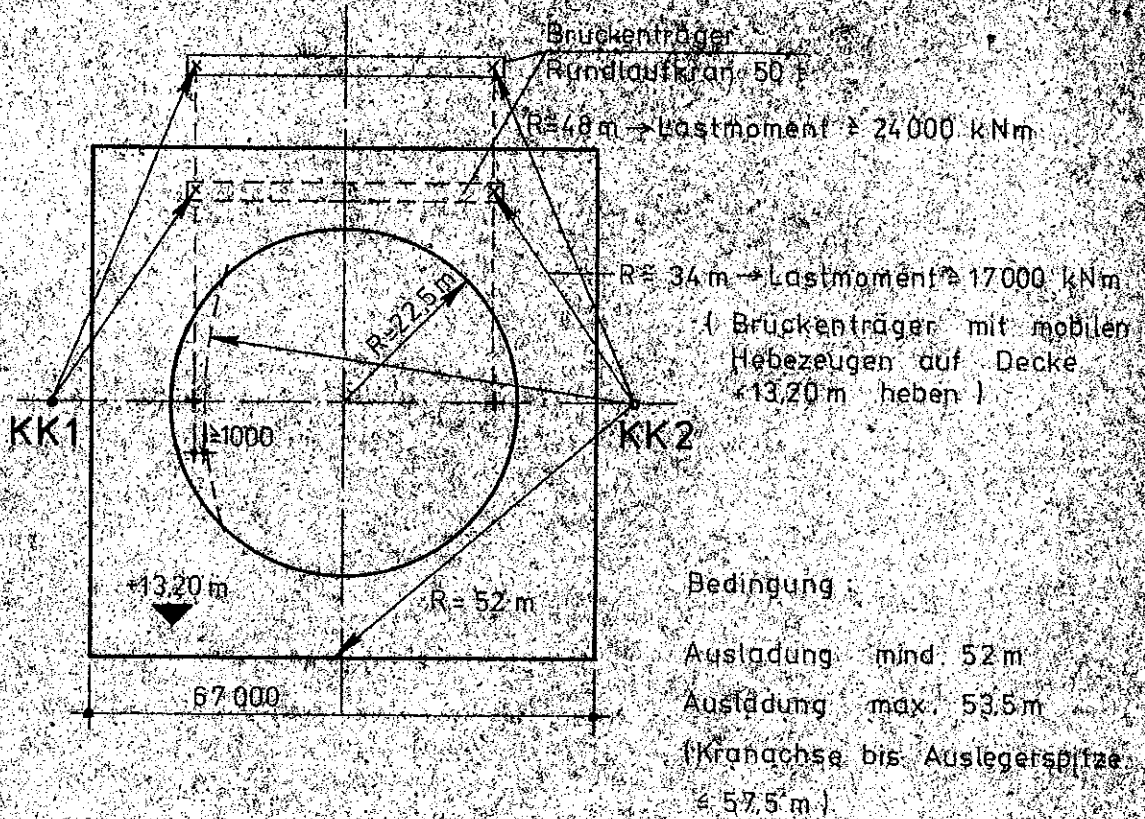
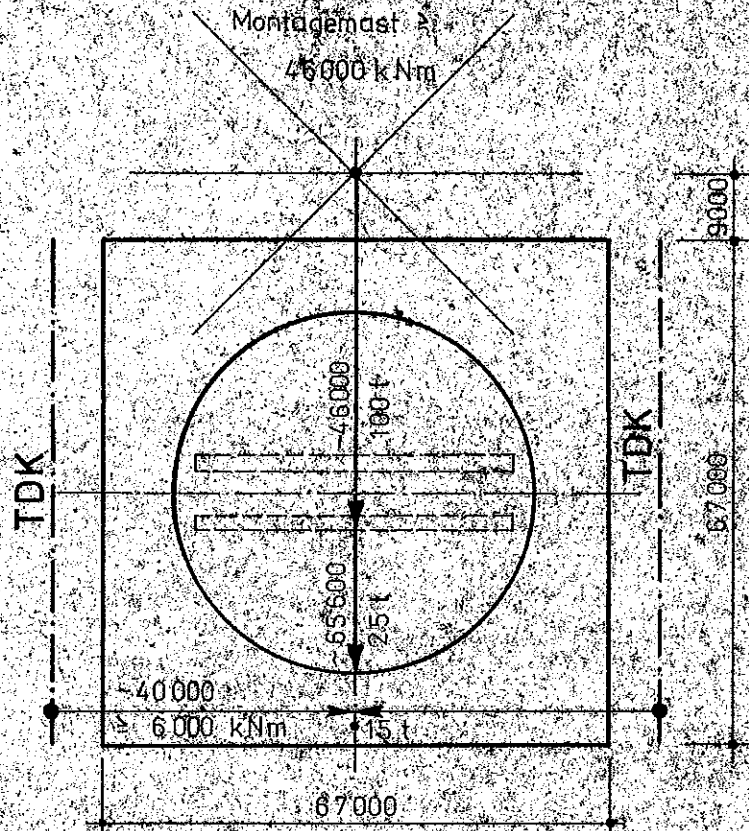


Bild 14

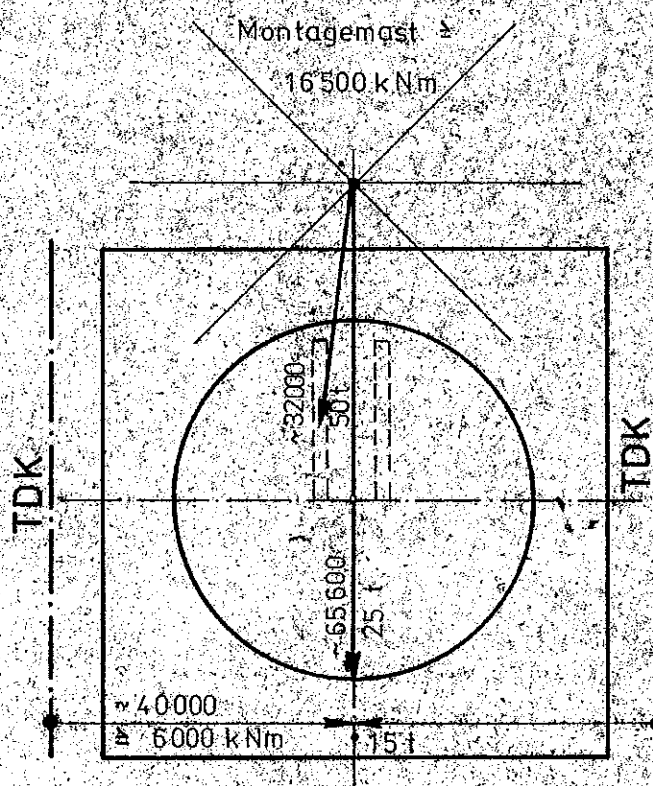
Hebezeugeinsatz

Bauteile über +13,20 m

Variante II.1 2 Kletterkrane mit Katzausleger



a) Montage des Brückenträgers komplett



b) Montage des Brückenträgers, halbiert (mit provisorischer Unterstüzung auf Decke +36,80m)

Bild 15

Hebezeugeinsatz
Bauteile über +13,20m
Montagemast

Variante II.2