

### 6.3.2.2.3 Variantenvergleich

#### Variante 1: 2 TDK BK 1000 + 2 TDK UK 240/1

Die Nachteile des TDK BK 1000 und die Versorgungssituation mit diesen Hebezeugen in der DDR wurden bereits im Pkt. 6.2. dargestellt.

Aufgrund der geringen Arbeitsgeschwindigkeiten und der hohen Ausfallzeiten der TDK BK 1000 infolge Wind, Gleisunterhaltung usw. sind zur Erreichung der geforderten Bauzeit neben den technologisch erforderlichen 2 Stk BK 1000 noch zwei weitere Hebezeuge erforderlich. Da es sich, zumindest im Bereich Geschosbau, überwiegend um relativ geringe Montagemassen handeln wird ist es vorteilhaft, zusätzlich zwei leichte, schnelle Hebezeuge, die auch geringere Einsatzkosten verursachen, vorzusehen. Aufgrund der erforderlichen Ausladung > 35,0 m und der zu bewältigenden Montagemassen kann aus der DDR - Produktion nur der TDK UK 240/1 in Frage kommen. Damit an den Funktionsbereichen (1) und (2), die vorzugsweise durch die TDK UK 240/1 zu bedienen sind, größere Einzelmassen auch mit dem TDK BK 1000 eingehoben werden können, muß die sehr aufwendige Kran-Gleisanlage der TDK BK 1000 bis zur Achse 1 verlängert werden, d. h. es sind insgesamt ca. 240 m BK 1000 - Gleise mehr erforderlich, als für den eigentlichen Einsatzbereich der TDK BK 1000 notwendig wären (s. Bild 22 ). Dazu kommen noch eine Reihe konstruktiver und arbeitsschutztechnischer Probleme in Bezug auf die parallele Lage der beiden Gleisanlagen sowie der Abgrenzung der Arbeits- bzw. Fahrbereiche der Hebezeuge. Während des Einsatzes der BK 1000 an den Funktionsbereichen (1) und (2) müssen ein oder beide UK 240/1 im Bereich der Achse 1 oder davor vorübergehend stillgelegt werden (Stillstandszeiten) und der Ablattschwerstein kann voraussichtlich erst nach Beendigung des Rohbaus des Spezialgebäudes errichtet werden (s. Bild 23 ).

#### Variante 2: 2 bzw. 4 TDK 6500 kNm bei ca. 40 m Ausladung mit Nadelausleger ohne Gegengewichtsanleger

Können speziell auf die Montagemassen und die Gebäudeabmessungen abgestimmte moderne Hebezeuge mit hohen Arbeitsgeschwindigkeiten und geringer Windanfälligkeit eingesetzt werden (z. B. aus der Peiner - VM - Serie), dürften nach derzeitigen Gesichtspunkten zwei Krane am Spezialgebäude ausreichen. ( s. Bild 24 )

Aufgrund der geringen Arbeitsbereichsbreite dieser Hebezeuge dürfte es möglich sein, den Abluftschornstein, in Abhängigkeit von der erforderlichen Schutzzone bei Gleit- oder Kletterbau, schon vor oder während der Herstellung der Fundamentplatte zu errichten, ohne spätere Behinderungen der Kranbewegungen befürchten zu müssen. Gegenüber Variante 1 ist eine bedeutend weniger aufwendige Gleisanlage erforderlich und es bestehen keinerlei arbeitsschutztechnische Restriktionen.

Die höhenmäßig verstellbaren Krankabinen dieser Hebezeuge ermöglichen in jedem Fall eine ausgezeichnete Sichtverbindung zwischen Kranfahrer und Einbaustelle.

Als weiterer Vorteil gegenüber den TDK BK 1000 sind die bedeutend geringere Auf- und Abbauzeiten zu nennen (die Relation liegt etwa bei 3 Tagen zu 3 Monaten).

Wie schon erwähnt befinden sich derartige Hebezeuge nicht im Produktionsprogramm sozialistischer Staaten.

#### Variante 3: 4 Portalkrane

Da Portalkrane mit den erforderlichen Parametern z. Zt. nicht im Produktionsprogramm von DDR - Betrieben sind, müßten sie individuell konstruiert und gebaut werden. Nach Aussagen des VEB Baumechanisierung Barleben [52] und des VEB Kombinat Baumechanisierung [59] fehlen dazu z. Zt. die kapazitiven und technologischen Voraussetzungen. Aus bau- und montage-technologischer Sicht ist für den langgestreckten Baukörper des Spezialgebäudes mit seinen relativ einheitlichen Montagmassen der Einsatz von Portalkranen durchaus zu befürworten. Nachteilig ist jedoch, daß infolge des großen Radstandes derartige Portalkrane nicht auf engem Raum neben einander arbeiten können. Bei einem geschätzten Radstand von 20 m und dem erforderlichen Sicherheitsabstand beträgt der Abstand der Arbeitsbereiche mindestens 30 m. Dies bedeutet, daß an jedem der 4 Funktionsbereiche des Spezialgebäudes ein Portalkran parallel eingesetzt und an allen Funktionsbereichen gleichzeitig gearbeitet werden müßte. Dadurch können z. B. Stahlbetonzellenmontagen von einem Regelkollektiv nicht kontinuierlich durchgeführt werden, da der Portalkran zwischendurch eine Reihe anderer Rube (z. B. Bewehrungselemente) auszuführen hat. Für das Einheben schwerer Ausrüstungsteile (z. B. Brückenkrane) wären bei dieser Variante zusätzliche schwere mobile Hebezeuge erforderlich.

#### 6.3.2.2.4 Zusammenfassung

Als Vorzugsvariante für die Errichtung des Spezialgebäudes ist der Einsatz von Turmdrehkränen  $\geq 6500$  kNm bei ca. 40 m Ausladung mit Nadelausleger zu betrachten, wobei bei dieser Variante zwei derartige Hebezeuge ausreichen dürften, wenn es sich um Krane handelt, die dem derzeitigen Weltniveau entsprechen, z. B. Peiner VM - Serie. Die dargestellten Nachteile aller anderen Hebezeugvarianten bedingen den gleichzeitigen Einsatz von 4 Hebezeugen, wobei die Variante 1 als eher realisierbar angesehen werden muß, als Variante 3.

### 6.3.3 Maschinenhaus mit Anbauten

Die Abmessungen des Maschinenhauses und die Anordnung der Anbauten ist in Bild 1 dargestellt, wobei gemäß [29] die Anordnung des E-Anbaus (östlich oder westlich) noch nicht entschieden ist.

Die Montage der Stahlkonstruktionen der Maschinenhäuser erfolgt in Westeuropa [20,21], in Japan [24] und z. B. auch in der CSSR [61] mit Turmdrehkränen (2...4 Stk.), die innerhalb des Gebäudes laufen, wobei die Inneneinbauten meist vor der Hülle hergestellt werden. In den USA und Belgien werden dafür mehrere schwere mobile Hebezeuge eingesetzt [20]. In Finnland (KKW Lovisa), in Nowo Woronesh und beim KKW Südukraine [10, 21, 64] sowie beim KKW Nord erfolgte die Montage der baulichen Hülle mit einem TDK BK 1000.

Für das KKW Saporoshje bzw. für das "unifizierte Projekt" sind zwei Varianten vorgesehen [11, 29, 30]:

- 1 TDK SKR - 2200 im Maschinenhaus + 1 MDK am E-Anbau
- je 1 TDK SKR - 2200 östlich und westlich des Maschinenhauses.

Für die erste Variante wird eine Montagezeit von 6 Monaten, für die zweite Variante 3...4 Monate angegeben. Beide Varianten gehen von der Montage kompletter Dachsegmente (Kappelbinder einschließlich Dachplatten und Dachhaut aus [11, 29, 31]). Die zweite Variante bietet die Möglichkeit, die beiden TDK nach der relativ kurzen Montagezeit am Maschinenhaus zum Reaktorgebäude umzusetzen (gemeinsame Gleise), wodurch die Gesamtbauteilzeit verkürzt und der Umbau bedeutend früher (parallel mit Zylinderwand) montiert werden könnte.

Da das Maschinenhaus gemäß Ablaufplan (s. Pkt. 8.2) nicht auf dem kritischen Weg liegt, besteht unter DDR - Bedingungen aus Bauzeitgründen keine Notwendigkeit der Montage kompletter Dachsegmente. Der Bauzeitunterschied zwischen Einzelbindermontage und der Montage kompletter Dachsegmente wird mit ein bis zwei Monaten eingeschätzt.

Gemäß [29] sollten für die Dachausbildung des Maschinenhauses 12 m - Dachkassettenplatten aus der DDR - Produktion verwendet werden. Nach letzten Informationen [31] besteht der GPdAN auf der Anwendung der wesentlich leichteren "Woronesher" - Lösung, d. h. 12 m - Dachsegmente auf Stahlfachwerkträgern.

Bei der Konzipierung des Hebezeugeinsatzes für das KKW III ist weiterhin zu berücksichtigen, daß das nördlich des Maschinenhauses liegende Gleis nach beiden Seiten an die Gleistrassen von bzw. zur ZBE

angeschlossen werden muß, um eine allseitige Zuführung von Materialien auf dem Schienenwege zu gewährleisten. Die Zuführung von Werten wird nach Inbetriebnahme des 1. Blockes an Bedeutung gewinnen, da die Durchfahrt durch in Betrieb befindliche Anlagen der Zustimmung des IAG bedarf [69]. Dessen in etwa 10 m - Abstand vom Nordgiebel des Maschinenhauses liegende Gleis behindert in erheblichem Maße die Anordnung von Einfahrten auf die Montageebene (Kellerschle - 3,60 m) des Maschinenhauses, so daß es schwierig, u. U. sogar unmöglich ist, einen schweren THK mit Standort auf - 3,60 m bis zur Montage des letzten Dachfeldes einzusetzen und anschließend das Hebezeug auf die Höhe 20,0 m zu bringen.

Einfahrten auf die Kellerschle - 3,60 m für Straßenfahrzeuge und mobile Hebezeuge müssen an Stützenreihe A zwischen den Achsen 1/2 bzw. 2/3, je nach Ausbildung der Verbände zwischen den Stützen angeordnet werden (Wandplatten bis zu einer bestimmten Höhe freilassen).

#### 6.3.3.1 Stützenfundamente, Unterbeton, Gruben und Kanäle, Kellerschle - 3,60 m

##### 6.3.3.1.1 Montagmassen

Gemäß [29] liegt die Gründungsschle auf - 7,0 m. Auf einer Unterbetonschicht liegt eine Dichtung (Folie) die im unifizierten Projekt mit Fertigteilplatten abgedeckt ist. In Nowo Woroneß, Block V haben die Fertigteilplatten Abmessungen von  $5,7 \times 2,7 \times 0,2$  m, d. h. Einzelmassen von etwa 7,5 t [6]. In der DDR wird diese Schicht evtl. monolithisch hergestellt [29]. Über einer Zwischenschicht aus Kies oder Magerbeton befindet sich die monolithische "obere Fundamentplatte" (OK = - 3,60 m). In der Zwischenschicht sind wahrscheinlich Gruben und Kanäle, voraussichtlich teils monolithisch, teils in Fertigteilen angeordnet (Montagemassen geschätzt: ca. 1,0 t) sowie der untere Teil der Grundplatte des Turbinenfundamentes mit hohem Bewehrungsanteil (Einzelstäbe, evtl. auch Matten). Die Gebädefundamente sind im unifizierten Projekt als Fertigteile ausgebildet [6, 29]. Hier muß mit bedeutend höheren Montagmassen (schätzungsweise 20 t) gerechnet werden.

##### 6.3.3.1.2 Erforderliche Hebezeugparameter

In der UdSSR werden für diese Arbeiten ausschließlich mobile Hebezeuge, vorwiegend Raupendrehkrane eingesetzt. Es handelt sich um die Typen DBK - 25, DBK - 251, DEK - 50 mit 250 bzw. 500 kW Trag-

kraft sowie Autokrane mit 63 bis 160 kN Tragkraft [ 8, 9, 10, 30, 64 ] -  
Aufgrund der unterschiedlichen Montagemassen sollten in der DDR je  
1 ADK 70 (Gruben, Kanäle, Schalung, Bewehrung), 1 ADK 125 (Fertig-  
teilplatten, Bewehrung der TT-Grundplatte), und 1 MDK 504 (Stützen-  
fundamente, Entladung von Bewehrungsbündeln u. ä.) zum Einsatz  
kommen.

Die ADK 70 und 125 sind schnell einsetzbare mobile Hebezeuge, deren  
Arbeitsbewegungen einschließlich des Abstützen hydraulisch erfolgen.  
Damit sind diese Krane sofort ohne Rüstzeiten einsatzbereit.  
Damit sind diese Krane für die ständig wechselnden Einsatzorte an  
diesem Bauabschnitt besonders geeignet. Die max. Ausladung des  
ADK 125 von 13,55 m dürfte für Bewehrungsarbeiten an der Grundplatte  
des Turbinentisches ausreichend sein, obwohl deren Abmessungen noch  
nicht bekannt sind. Für Montage- und Entladearbeiten, bei denen  
größere Ausladungen notwendig sind sowie für die Montage der schwe-  
ren Stützenfundamente sollte ein Hebezeug der 500 kN - Klasse, min-  
destens jedoch 400 kN, zur Verfügung stehen.

#### 6.3.3.2 Stahltragwerk für Zwischenbau, Maschinenhaus und Mittelbau einschließlich Dach

Unabhängig von der Art der einzusetzenden Hebezeuge erfolgt der Bau-  
fortschritt für diesen Komplex von süd nach nord. D. h. der Zwischen-  
bau wird zuerst errichtet, da es in jedem Fall schwierig ist, die  
6 m breite Stahlkonstruktion nachträglich zwischen Reaktorgebäude/  
Umbau und Maschinenhaus einzufügen, obwohl eine zwischenzeitliche  
Querdurchfahrt in diesem Bereich aus BMT-Gründen von Vorteil wäre.  
Außerdem muß davon ausgegangen werden, daß dem Zwischenbau eine  
Stabilisierungsfunktion für das Maschinenhaus zugeordnet ist.

Der Mittelbau als Stockwerkrahmen bildet das stabilisierende Ele-  
ment für das angelehnte Maschinenhaus [ 29 ]. Die Montage des Mittel-  
baus muß aus diesem Grund vor der Montage des Maschinenhauses 2%  
Vorsprung haben [ 8 ] .

Mit der Montage des Stahlskeletts müssen die Geschosdecken in  
Zwischenbau und Mittelbau sowie die zwischen den Teilanlagen befind-  
lichen Wandplatten (SR B und Achse 11/12) mit montiert werden.

### 6.3.3.2.1 Montagemassen

Als Einzelmassen für die Stahlstützen der Reihen A/B/C sind in [29] jeweils 40 t angegeben. Für das KKW Südkraine liegen detaillierte Angaben vor, und zwar SR A = 49t, SR B = 37t, SR C = 35t [10]. Es wird angenommen, daß die Stützmassen der SR A beträchtlich unter 40 t liegen, so daß mit ca. 20 t Montagemasse gerechnet wird. MLK/IMO Leipzig vertritt die Ansicht, daß derartig lange Stahlstützen aus materialökonomischen und montagetechnologischen Gründen nur in Schüssen (in den Drittelpunkten geteilt) montiert werden können. [71]. Damit reduziert sich die max. Montagemasse auf ca. 15 t.

Im unifizierten Projekt ist die Montage kompletter Dachsegmente (12 m breit) vorgesehen, deren Massen gemäß [29] 65 t, gemäß [11] jedoch 75 t betragen. Ein einzelner Binder soll 15 t wiegen [29]. Für die gleichzeitig zu montierenden 12 m - Deckenplatten werden max. 20,6 t Einzelmasse angegeben [10].

Als Ausrüstungselemente sind mit den Baukränen die Brückenträger der 2000 kN - Krane mit 65 t und der Speisewasserbehälter im Mittelbau mit 52 t auf + 30,00 m zu montieren [29].

### 6.3.3.2.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Für die Ermittlung der erforderlichen Hebezeugparameter werden drei Grundvarianten betrachtet

- I. ausschließlich mobile Hebezeuge
- II. 1 TDK im Maschinenhaus auf - 3,60 m
- III. 2 TDK östlich neben SR A bzw. westlich neben SR D auf ± 0,0 m.

Bei den ersten beiden Varianten erfolgt die Montage des E-Anbaus mit mobilen Hebezeugen, bei der dritten Variante mit Hilfe des westlich neben SR D laufenden TDK.

#### Variante I: mobile Hebezeuge

Beim Einsatz mobiler Hebezeuge dient die Kellersohle des Maschinenhauses auf - 3,60 m als Montageebene. Gruben, Kanäle und andere Vertiefungen müssen zwischenzeitlich verfüllt und mit Straßenplatten abgedeckt werden. Da anzunehmen ist, daß die Turbinentischgrundplatte aus der Montageebene - 3,60 m herausragt, muß sie in zwei horizontalen Abschnitten (Arbeitsfuge auf - 3,60 m) hergestellt werden und mittels Schächtringen verdübelt werden.

Die gemäß [29] 48,40 m langen Stahlstützen der SR B und C verlangen für den letzten Schuß Hakenhöhen von ca. 53 m. Bei einer Hakenhöhe von 55,4 m (Hauptausleger A 11/32) trägt der Gottwald AK 150 23,5 t bei 12,0 m bzw. 15,8 t bei 16,0 m Ausladung. Günstiger ist die Auslegerkombination B 8/32-17 (Hauptausleger 43,0 m und Wipp - Spitzenausleger 17,0 m), weil der Kran damit bedeutend flexibler ist. Mit dieser Auslegerkombination bei Ausladungen von 8...14 m, Hakenhöhen von 59,8...56,3 m trägt der Kran 20,5...15,7 t. Aus Bauzeitgründen ist bei dieser Variante ein weiteres mobiles Hebezeug  $\geq 700$  kN für die Montage von Verbänden, Riegel, Kranbahnträger usw. erforderlich (z. B. AK 130).

Die Montage kompletter Dachsegmente (65t) wäre mit mobilen Hebezeugen theoretisch nur durchführbar, wenn zwei Hebezeuge mit je 1500...1800 kN Nenntragkraft zur Verfügung ständen. Gemäß Bild ist die Tragkraft eines 1000 kN - Kranes (AK 150) nicht ausreichend, selbst wenn als zweites Hebezeug ein 1800 kN - Kran (AK 210) zur Verfügung stände. Abgesehen von den hohen Kosten eines derartigen Hebezeugeinsatzes (z. B. liegen die Kosten für eine Betriebsstunde des AK 150 gemäß [12] bei 189,64 M, die des AK 210 gemäß [70] aber schon bei 449,20 M), muß die Vormontage der Dachsegmente einzeln unmittelbar neben der Einbaustelle, also auf der Kellersohle - 3,60 m erfolgen. Damit ist kein wesentlicher Zeitgewinn gegenüber der Montage von Einzelbindern zu erreichen. Eine Bauzeitverkürzung wäre nur zu erzielen, wenn die Segmente am Nordgiebel vormontiert werden könnten, was allein schon aus Gründen der Flächenverteilung nördlich des Maschinenhauses (Zuführungsgleis, s. Ekt. 6.3.3) unmöglich ist. Die Montage von Einzelbindern (15t) mit einem AK 150 ist möglich (Hauptausleger 43,0 oder 47,5 m und Wipp - Spitzenausleger 17,0 m; Tragkraft bei 8 m Ausladung 205 kN), ebenso die Montage von Dachkassettentplatten bzw. leichten Bauelementen (Tragkraft bei 18 m Ausladung 136 kN). Das letzte Dachfeld muß mit Hebezeugstandorten vor Achse 1 nach Verfüllung des Bereiches bis 10,0 m geschlossen werden. Ebenso muß das Einheben der einzelnen Baugruppen der Brückenkrane erfolgen. Die Montage der voraussichtlich bis zu 20,6 t schweren Deckenplatten (Höhenkote + 30,0 m) im Zwischenbau mit einem AK 150 ist mit der o. g. Auslegerkombination (max. Tragkraft 252 kN bei 12 m Ausladung und 41,6 m bzw. 46,6 m Hakenhöhe). Da es nicht möglich ist, das Hebezeug ständig umzurüsten, müßte als Zweithebezeug statt des o. g. 700 kN Kranes ein weiterer AK 150 zur Verfügung stehen.



Die Montage des Speisewasserbehälters im Zwischenbau (52t) ist mit folgenden Varianten möglich

- zwei mobile Hebezeuge (AK 150)
- ein mobiles Hebezeug ( $\geq 1500$  kN)
- Haupthebezeug am RG/Umbau (SKR-2200).

### Variante II: 1 TDK im Maschinenhaus auf - 3,60 m

Da auch bei dieser Variante des Hebezeug auf der Kellersohle -3,60m läuft und die Kellersohle auch als Fahrbene für die Transportfahrzeuge dient, müssen hier Gruben, Kanäle und andere Vertiefungen zwischenzeitlich verfüllt und mit Straßenplatten abgedeckt werden. Ebenso muß voraussichtlich die Turbinenfundamentgrundplatte auf - 3,60 m unterbrochen werden, da mit einer Breite dieser Platte von ca. 15 m gerechnet werden muß, womit die Anordnung der Krangleise und zusätzlicher Transporttrassen nicht mehr möglich ist (Vorliegende Angaben: Breite Turbosatz "K 1000-60/1500" = 20 m [72] ; Breite Turbinentisch Nowo Woronesh V "K 5000 - 60/1500" = 9,7 m [6].

### Variante II.1: TDK BK 1000

Sämtliche Stützen (in Schüssen), Verbände, Deckenplatten sind mit dem BK 1000 montierbar. Nicht montierbar aufgrund zu geringer Tragfähigkeit (max. 50t) sind Dachsegmente, Speisewasserbehälter und Baugruppen der Brückenkrane (s. Pkt. 6.3.3.2.1), so daß das Dachtragwerk auch bei dieser Variante mit Einzelbindern und die restlichen überschweren Elemente wie gemäß Variante I montiert werden müssen.

### Variante II.2: TDK SKR-2200

Mit dem SKR-2200 können ebenfalls sämtliche Stützen (wenn konstruktiv möglich, auch ungeteilt), Verbände, Deckenplatten montiert werden. Auch die Montage des Speisewasserbehälters ist möglich (Tragkraft 520 kN bei etwa 28 m Ausladung). Die Montage kompletter Dachsegmente ist allerdings nur möglich, wenn diese auf der Kellersohle des Maschinenhauses (parallel zum Krangleis) vormontiert werden. Da dort aus Platzgründen immer nur ein Segment vormontiert werden kann, ergibt sich, wie schon bei Variante I dargestellt, kein Zeitgewinn gegenüber der Montage von Einzelbindern.

Unter der Annahme, daß ein Antransport derartig großflächiger und schwerer Elemente auf dem nördlich des Maschinenhauses liegenden Gleis von einem Vormontageplatz der ZBE nicht möglich ist, bliebe nur noch die Möglichkeit, eine Fließstrecke zur Vorfertigung der Segmente nördlich RB-Gleises einzurichten. In diesem Fall würde die Tragkraft des SKR-2200 (bei der erforderlichen Ausladung  $\geq 27$  m: ca. 530 kN, s. Bild 26 ) nicht ausreichen, um das Segment

einheben zu können. Da zur Montage eines derartigen Segmentes in Binkranmontage mit Sicherheit eine oder mehrere Spezialtraversen notwendig sind, ist es sowieso zweifelhaft, ob ein SKR-2200 tragkraftmäßig (max. 750 kN) zur Montage ausreicht. In jedem Fall müßte das letzte Segment (Achse 1/2) mit mobilen Hebezeugen in Einzelmontage mit Standorten nördlich Achse 1 (nach Verfüllung bis  $\pm 0,0$  m) montiert werden, nachdem der SKR abgebaut wurde.

Die Baugruppen der Brückenkranen können mit dem SKR-2200 eingehoben werden, aber nur zu einem Zeitpunkt, bevor das vorletzte Feld (Achse 2/3) geschlossen wurde.

### Variante II.3: Imperthebezeug aus NSW (TDK)

Unabhängig vom Typ des einzusetzenden Hebezeuges muß das letzte Dachsegment (entweder komplett oder in einzelnen Elementen) mit Standorten nördlich Achse 1 mit mobilen Hebezeugen montiert werden.

Ein TDK Peiner MK 900 mit 41 000 kNm ist in der Lage, die Stützen in Schüssen, die Deckenplatten und das Dach (in einzelnen Elementen) zu montieren. Die Montage des Speisewasserbehälters, der Brückenkranen und des Daches in kompletten Segmenten ist nicht möglich.

Mit einem TDK Peiner MK 1250 (14 800 kNm) kann auch der Speisewasserbehälter montiert werden.

Zur Montage der Brückenkranen und kompletter Dachsegmente ist z. B. nur ein TDK Peiner 1800 (22 000 kNm) in der Lage [37].

Variante III: 2 TDK östlich neben SR A bzw. westlich neben SR D  
auf ± 0,0 m

Diese Variante setzt voraus, daß Hebezeuge des gleichen Typs bzw. der gleichen Baureihe auf einem gemeinsamen Gleis mit den am Reaktorgebäude/Umbau vorgesehenen Hebezeugen eingesetzt werden können. Da die entsprechenden Haupthebezeuge am RG/Umbau auf ± 0,0 m laufen, muß der Bereich östlich und westlich des Maschinenhauses vor Beginn der Stützenmontage bereits verfüllt sein, d. h. auch, daß die Kühlwasserrohre und die restliche unterirdische Wirtschaft schon eingebaut sein müssen oder daß entsprechende Trassen nach Schließen der Maschinenhaushülle nochmals ausgehoben werden müssen. Außerdem müssen die Kellerwandplatten bis mindestens - 1,0 m montiert sein.

Bei Realisierung dieser Variante sollte erwogen werden, das sehr umfangreiche und arbeitszeitaufwändige monolithische Bauteil "Turbinefundament" und andere Inneneinbauten komplett vor schließen der baulichen Hülle des Maschinenhauses herzustellen, wie es international üblich ist, da der Einsatz der sehr langsamen Brückenkrane und zusätzlicher mobiler Hebezeuge unökonomisch ist und zu längeren Bauzeiten führt. Außerdem kann in diesem Fall nach Fertigstellung der Kellersohle - 3,60 m auf Einfahrten für Straßenfahrzeuge und mobile Hebezeuge ins Maschinenhaus verschoben werden, da der Einsatz von Turmdrehkränen das Anschlagen der Bauelemente außerhalb des Maschinenhausquadrates ermöglicht. (s. Pkt. 6.3.3.3).

Gemäß Pkt. 6.3.1.3.4 wird hier nur die Variante 2 TDK SKR-2200 untersucht.

Mit dieser Hebezeugvariante können alle Bau- und Ausrüstungselemente relativ problemlos montiert werden. Wenn es konstruktiv möglich ist, d. h. wenn die Stahlstützen für diesen Lastfall bemessen sind, können u. U. auch die Stützen in einem Stück montiert werden. Die nördlich des RB-Gleises vormontierten Dachsegmente können in Zweikranmontage eingehoben werden. Das gleiche gilt für die Brückenkrane. Die Hebezeuge können vor der Montage der Hülle bzw. des E-Anbaus am RG/Umbau eingesetzt werden.

6.3.3.2.3. Variantenvergleich

Variante I: mobile Hebezeuge

Vorteile

- Kühlwasserleitungen und sonstige unterirdische Wirtschaft kann

zeitlich unabhängig eingebracht werden

- keine Probleme mit Umsetzen der Hebezeuge
- Kurze Auf- und Abbauzeiten
- keine Behinderungen des Ablaufes durch Gleise im oder außerhalb des Maschinenhauses

#### Nachteile

- Gruben, Kanäle und andere Vertiefungen müssen zwischenzeitlich verfüllt und mit Straßenplatten abgedeckt werden
- Turbinenfundamentgrundplatte muß in zwei horizontalen Abschnitten hergestellt werden (Verdübelung)
- Turbinentisch kann erst nach Schließen der Hülle begonnen werden
- Stützenmontage nur schußweise möglich
- Montage kompletter Dachsegmente nicht möglich (oder nur sehr unökonomisch mittels sehr schwerer mobiler Hebezeuge und ohne Bauzeitgewinn)
- Schließen des letzten Dachfeldes erst nach Verfüllung des Bereiches nördlich Maschinenhaus möglich, ebenso Montage der Brückenkrane
- hohe Kosten durch Einsatz zweier Hebezeuge der 1000 kN - Klasse.

Variante II: 1 TDK im Maschinenhaus auf - 3,60 m

#### Vorteile

- nur 1 Hebezeug im Einsatz (geringere Kosten)

#### Nachteile

- nur 1 Hebezeug im Einsatz (Bauzeitverlängerung)
- Schließen des letzten Dachfeldes erst nach Verfüllung des Bereiches nördlich Maschinenhaus mit mobilen Hebezeugen
- Gruben, Kanäle und andere Vertiefungen in der Kellersohle müssen zwischenzeitlich verfüllt werden
- Turbinenfundamentgrundplatte muß in zwei horizontalen Abschnitten hergestellt werden (Verdübelung)
- Turbinentisch kann erst nach Abbau des Hebezeuges mit Brückenkran und zusätzlichen mobilen Hebezeugen hergestellt werden
- Montage kompletter Dachsegmente nicht oder nur mit sehr schweren Hebezeugen (Import NSW) möglich
- Hebezeug muß nach Montage des vorletzten Dachfeldes komplett demontiert und mit Straßenfahrzeugen abtransportiert werden

Zusätzlich zu den allgemeinen Vor- und Nachteilen dieser Variante

gilt für die einzelnen Untervarianten:

Variante II.1: TDK BK 1000

Vorteile

- Keine

Nachteile

- Allgemeine Nachteile des TDK BK 1000 s. Pkt. 6.2.2
- sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeiten
- Montage Speisewasserbehälter und Brückenkrane nicht möglich (zusätzl. Hebezeuge erforderlich)
- sehr lange Auf- und Abbaueiten (liegen teilweise auf dem kritischen Weg); müßte deshalb auf  $\pm 0,0$  m komplett angehoben oder schräg verfahren werden [73, 74], was aufgrund der Platzverhältnisse nördlich Maschinenhaus nicht möglich ist.

Variante II.2: TDK SKR-2200

Vorteile

- Einheben Brückenkrane und Speisewasserbehälter möglich
- Montage kompletter Stützen u. U. möglich

Nachteile

- geringe Arbeitsgeschwindigkeiten

Variante II.3: Importhebezeug NSW

Vorteile

- hohe Arbeitsgeschwindigkeiten
- schnelle Auf- und Abbaueiten
- kein Doppelgleis erforderlich
- in jedem Fall gute Sichtverbindung Kranfahrer - Montagepersonal infolge hochliegender Krankabine
- gute Anpaßbarkeit an Bauwerkshöhe durch Klettereinrichtung

Nachteile

- NSW - Import (Davison)

Variante III: 2 TDK SKR-2200 östlich neben SR A bzw. westlich neben SR D auf  $\pm 0,0$  m

Vorteile

- keine zwischenzeitliche Verfüllung der Gruben und Kanäle im Maschinenhaus erforderlich
- Turbinenlochgrundplatte kann in einem Stück hergestellt werden
- S-Anbau kann ohne zusätzliche Hebezeuge montiert werden

- alle Bau- und Ausrüstungselemente, auch komplette Dachsegmente und u. U. auch komplette Stützen können montiert werden
- Turbinentisch und andere Inneneinbauten können vor Schließen der Hülle mit TDK (innen oder außen laufend) hergestellt werden.
- letztes Dachsegment kann ohne vorherige Verfüllung des Bereiches nördlich Maschinenhaus montiert werden
- Hebezeuge können zum Reaktorgebäude/Umbau umgesetzt werden (Verkürzung der Gesamtbauzeit)

#### Nachteile

- hohe Kosten
- zwei lange aufwendige Gleisanlagen erforderlich
- Anordnung einer Einfahrt in das Maschinenhaus nach Verlegen der Krangleise ist schwierig (für Fahrzeuge, mobile Hebezeuge, Autobetonpumpen usw.)
- Behinderung des Einbaus der Kühlwasserrohre und der sonstigen unterirdischen Wirtschaft

#### 6.3.3.2.4 Zusammenfassung

Aufgrund der Tatsache, daß

- alle Bau- und Montageelemente problemlos montiert werden können,
- komplette Dachsegmente eingehoben werden können,
- der Turbinentisch und weitere Inneneinbauten vor der baulichen Hülle des Maschinenhauses hergestellt werden können, und vor allem daß

- nach Abschluß der Montagen am Maschinenhaus bzw. am E-Anbau die Hebezeuge zum Reaktorgebäude/Umbau umgesetzt werden können, muß die

Variante III: 2 TDK SKR-2200 beiderseits des Maschinenhauses auf  
 $\pm 0,0$  m

als Vorzugsvariante betrachtet werden.

Da die Varianten II.1...II.3 in jedem Fall den Einsatz zusätzlicher mobiler Hebezeuge, zumindest für die Montage des letzten Dachfeldes und des E-Anbaus erfordern, erhebliche Schwierigkeiten beim Abbau und Umsetzen der Hebezeuge mit sich bringen und außerdem längere Bauzeiten erfordern, müßte bei Unrealisierbarkeit o. g. Vorzugsvariante der

Variante I: 2 mobile Hebezeuge  $\geq 1000$  kN der Vorzug gegeben werden.

### 6.3.3.3 Turbinentisch und sonstige Inneneinbauten

Untersucht werden hier neben dem Turbinentisch und anderen Ausrüstungsfundamenten die Montage der Kellerwandplatten sowie die Stützen und Deckenplatten der Decke  $\pm 0,0$  m und die Gleisbrücke. Die Montage der internen Stahlbühnen erfolgt in jedem Fall mit den Definitiv - Brückenkränen.

Die Auswahl der Hebezeuge zur Herstellung bzw. Montage dieser Bauteile ist abhängig von der Hebezeugvariante für die Errichtung der baulichen Hülle. Bei Realisierung der Varianten I und II gemäß Pkt. 6.3.3.2 muß die Hülle vor den Inneneinbauten hergestellt werden, d. h. mit den Definitiv - Brückenkränen und zusätzlichen mobilen Hebezeugen. Wird die Variante III gemäß Pkt. 6.3.3.2 angewendet, können die Inneneinbauten vorgezogen werden und entweder mit den außen stehenden SKR-2200 oder mit einem neben dem Turbinentisch auf  $- 3,60$  m laufenden kleineren Turmdrehkran hergestellt werden.

#### 6.3.3.3.1 Montagemassen

Die Einzelmassen der 12 m langen Kellerwandplatten können nach eigenen Ermittlungen bis zu 13 t betragen. Während die Stützen für die Decke  $\pm 0,0$  m eine Masse von etwa 3,0 t besitzen, wiegen die Deckenplatten etwa 6,5 t. Für die monolithischen Ausrüstungsfundamente ist mit geringeren Montagemassen zu rechnen.

#### 6.3.3.3.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Beim Einsatz mobiler Hebezeuge (Variante 1) ist für die Wahl der Hebezeuge weniger die max. Montagemasse als die Bauhöhe und -breite des Turbinentisches maßgebend. In den vorliegenden Unterlagen [29, 72, 75, 76] werden für den Turbosatz K 1000-60/3000 Höhen über OK Kellersohle angegeben, die zwischen 16,0 und 19,3 m schwanken. Da die Kellersohle gemäß [29] auf  $- 3,60$  m liegt und die Höhe des Turbinentisches in keinem Fall 15,0 m über  $\pm 0,0$  m übersteigt, wird mit insgesamt 18,6 m Montagehöhe gerechnet. Aufgrund der vorliegenden Informationen [11, 72] (s. a. Pkt. 6.3.3.2,2) werden als Turbinentischbreite 15 m angenommen. Der MKR 504 (Ausleger B 3) besitzt bei einer Hakenhöhe von 20 m und einer erforderlichen Ausladung von ebenfalls 20 m abgestützt eine Tragkraft von 60 kN und freistehend von 22 kN. Diese Werte dürften, z. B. für den Einbau der Bewehrung ausreichend sein. Mit diesem Kran können auch die Kellerwandplatten (am Ausleger A 3 max. 250 kN Tragkraft) und die Stützen und Deckenplatten der Decke  $\pm 0,0$  m montiert werden.



Als zweite Variante (bei Anwendung Variante III gemäß Pkt. 6.3.3.2) wird der Einsatz eines auf der Kellersohle - 3,60 m laufenden relativ leichten SDK untersucht. Gemäß Bild 28 ist hier ein TDK UK 240 einsetzbar, der bei einer erforderlichen Ausladung von 30,5 m für die Montage der Deckenplatten eine Tragkraft von 69 kN besitzt. In diesem Fall müssten die Kellerwandplatten mit mobilen Hebezeugen (MBK 504) (unmittelbar nach Fertigstellung der Stützfundamente - s. Pkt. 6.3.3.1) montiert werden.

Als dritte Variante (wiederum bei Anwendung der Variante III gemäß Pkt. 6.3.3.2) bietet sich der Einsatz der außerhalb des Maschinenhauses laufenden TDK SKR-2200 für die Herstellung der vorgezogenen Inneneinbauten an. Allerdings ist in diesem Fall die Tragkraft der TDK SKR-2200 nur in sehr geringem Maße ausgelastet.

#### 6.3.3.3.2 Variantenvergleich

##### Variante 1) mobile Hebezeuge

Der Einsatz mobiler Hebezeuge dieser Tragkraftklasse (500 kN) ist bei den hier zu verzeichnenden langen Montagezeiten (s. Pkt. 8.1.3) unökonomisch und kommt nur für den Fall in Frage, daß bei Anwendung der Variante I bzw. II gemäß Pkt. 6.3.3.2 die Hülle vor der Herstellung der Inneneinbauten geschlossen wird (Unterstützung der Definitiv - Brückenkrane).

##### Variante 2: 1 TDK UK 240 auf - 3,60 m

Diese Variante ist zweifellos die ökonomischste Variante. Sie kann allerdings nur realisiert werden, wenn die Inneneinbauten vor der Hülle hergestellt werden, d. h. Einsatz zweier SKR-2200 außerhalb des Maschinenhauses für Montage der baulichen Hülle.

Durch die Anordnung der Krangleise auf - 3,60 m kann es allerdings zu Behinderungen der Transportdurchführung kommen. Außerdem muß nach Abbau des Kranes der letzte Abschnitt der Decke  $\pm 0,0$  m mit den Definitiv - Brückenkranen montiert werden.

##### Variante 3: 2 SKR-2200 außerhalb des Maschinenhauses auf $\pm 0,0$ m

Auch bei dieser Variante müssen die Inneneinbauten vor der Hülle hergestellt werden. Obwohl bei dieser Variante keinerlei Baumaterialien mit Straßenfahrzeugen in das Maschinenhaus transportiert werden müssen, muß sie aus ökonomischen Erwägungen abgelehnt werden, da beide Krane mindestens ein Jahr länger am Maschinenhaus gebunden werden, dabei tragkraftmäßig aber nur zu einem geringen Teil ausgelastet sind.

#### 6.3.3.3.3 Zusammenfassung

Unter der Voraussetzung, daß gemäß Pkt. 6.3.3.2 für die Montage der baulichen Hülle des Maschinenhauses 2 außenstehende TDK SKR-2200 eingesetzt werden, sollte als Vorzugsvariante für die Herstellung der Inneneinbauten die Variante 2: 1 TDK UK 240 auf - 3,60 m realisiert werden, wobei die Inneneinbauten vorgezogen werden müssen. Sollten diese Bedingungen nicht geschaffen werden können, muß die Variante 1: mobile Hebezeuge + Definitiv - Brückenkrane angewendet werden.

#### 6.3.3.4 E-Anbau

Die Bauweise und die lagemäßige Zuordnung des E-Anbaus zum Maschinenhaus ist gegenwärtig noch nicht endgültig entschieden. Er wird als Geschosbau im 6 m -Raster konstruiert, wobei im unifizierten Projekt eine Stahlkonstruktion vorgesehen ist, in der DDR aber voraussichtlich Stahlbetonfertigteile angewendet werden [ 29 ] .

Unabhängig von der Bauweise kommen als Hebezeuge nur zwei Varianten in Frage

- bei Realisierung der Variante III gemäß Pkt. 6.3.3.2, d. h. 2 SKR-2200 außerhalb des Maschinenhauses, wird der E-Anbau mit einem TDK SKR-2200 montiert,
- bei allen anderen Hebezeugvarianten für die bauliche Hülle von Maschinenhaus und Mittelbau muß ein mobiles Hebezeug der 1000 kN - Klasse (z. B. Gottwald AK 150) eingesetzt werden.

#### 6.3.4. Notstromanlagen

Die Abmessungen der Notstromanlagen (NSA) betragen nach letzten Informationen [ 60 ] 27 x 45 x 9 m (3 Bausteine). Dabei liegt ein erheblicher Bauaufwand unter  $\pm 0,0$  m [ 29 ] :

- Fundamente für Notstromaggregate in Wannen auf - 3,0 m
- Pumpenstümpfe in Wannen auf - 7,0 m

(s. a. Bild 6 ).

Gemäß [ 29 ] wird angenommen, daß OK Dach auf + 10,0 m liegt.

Die vorherrschende Bauweise ist die Stahlbetonzellenbauweise [ 29, 55, 60 ]. Die Dachausbildung erfolgt mit Rippendeckenplatten [ 29 ].

Da bei diesem Bauwerk der größte Bauumfang unter  $\pm 0,0$  m liegt, offensichtlich auch keine durchgehende Fundamentplatte existiert und die Gebäudebreite relativ gering ist wird davon ausgegangen, daß die NSA mit außerhalb der Baugrube angeordneten TDK errichtet wird.

#### 6.3.4.1. Montagemassen

Auch die NSA gehört zum Projektierungsumfang des GPdAN, so daß gemäß [ 55 ] Montagemassen bis zu 25 t auftreten können. Aufgrund der vorliegenden Informationen zur NSA [ 29, 55, 60 ] ist anzunehmen, daß die Montagemassen für den Bauteil 15 t nicht übersteigen (Stahlbetonzellenbauweise).

Ausrüstungsgesamt müssen voraussichtlich je NSA 3 Brückenkrane sowie die Dieselaggregate (ca. 80 t [ 66 ] ) und die Generatoren eingehoben werden. Diese Elemente müssen mit mobilen Hebezeugen eingehoben bzw. in den Hakenbereich der Brückenkrane gebracht werden.

#### 6.3.4.2 Erforderliche Hebezeugparameter

Aufgrund der Bauwerksabmessungen und dem relativ geringen Montageumfang wird nur ein Hebezeug vorgesehen.

Im unifizierten Projekt ist offensichtlich vorgesehen, die Notstromanlagen mit den an den Reaktorgebäuden stehenden Haupthebezeugen (SKR-2200 bzw. SKR-3500) zu montieren. Aufgrund des beim KKW III gegenüber dem unifizierten Projekt von 168 m auf 180 m vergrößerten Blockabstandes 60 und der vollen seitlichen Auslastung der Haupthebezeuge am Reaktorgebäude (s. Pkt. 6.3.1) kann diese Variante für das KKW III nicht übernommen werden (s. auch Bild 29 ).

Gemäß Bild 30 benötigt ein speziell für das vorliegende Objekt ausgesuchter Turmdrehkran (Variante 2) ein Lastmoment von ca. 5250 kNm bei etwa 40 m Ausladung. Dabei ist es im Prinzip gleichgültig, ob

es sich um einen Kran mit Nadelausleger oder Katzausleger handelt. Allerdings sollte Typenreinheit auf einer Baustelle angestrebt werden. D. h., wenn für das Spezialgebäude Hebezeuge z. B. Feiner VM - Serie eingesetzt werden (s. Pkt. 6.3.2.2.4), sollten Krane der gleichen Baureihe auch an der NSA zum Einsatz kommen. Da diese Hebezeuge einen gemäß [ 67 ] geschätzten Drehradius des Oberwagens von 6 m besitzen, bleibt zwischen dem Arbeitsbereich dieses Kranes und dem des am RG/Umbau eingesetzten SKR-2200 ein Korridor von ca. 7 m (s. Bild 31 ). Dieser Raum dürfte für eine Baustraße ausreichen wenn man davon ausgeht, daß Fertigteile unter dem Portal des SKR-2200 zwischengelagert werden können. Andererseits ist es aber auch möglich, die Baustraße unter dem Portal des SKR-2200 anzulegen und den Zwischenraum zwischen den Arbeitsbereichen der Krane als Zwischenlagerfläche zu nutzen. Diese Variante müßte vorgesehen werden, wenn z. B. zum Aufrichten der Stahlbetonzellen eine Vorrichtung angewendet würde, deren Bauhöhe größer ist als die lichte Portalhöhe des SKR-2200.

Mit Kranen der Feiner VM-Serie, die mit Spreizholmunterwagen ausgerüstet sind, können auch engste Kurven betriebsmäßig durchfahren werden. Außerdem können diese Krane auf Gleisen unterschiedlicher Spurweite eingesetzt werden [ 67, 68 ]. Bei Einsatz eines kurvenfahrbaren Kranes (Variante 3), der die NSA von beiden Seiten bedienen kann, reduziert sich das erforderliche Lastmoment des Kranes auf ca. 4000 kNm bei ca. 26 m Ausladung. Die geringeren Einsatzkosten des kleineren Kranes dürften trotz erhöhter Aufwendungen für Gleise zu geringeren Gesamtkosten führen. Allerdings ergibt sich dadurch ein höherer Flächenbedarf für Krangleise, wodurch weitere Zwangspunkte für den Einbau der unterirdischen Wirtschaft entstehen und die Möglichkeit der Anordnung von Lager- und Vormontageflächen im Bereich zwischen den Blöcken reduziert wird (s. Bild 31 ). Außerdem werden Ausrüstungsmontagen mit mobilen Hebezeugen parallel zur Bauausführung beträchtlich erschwert.

Als weitere Variante käme ein feststehendes TDK in Betracht (Variante 4), der im Vergleich zu den anderen Varianten den geringsten Platzbedarf aufweist. Da die Gebäude für die Notstromanlagen unterschiedlich lang sind (die beiden äußeren ca. 80m; die zwischen den Blöcken liegenden 45 m [ 60 ] ) ergeben sich bei dieser Variante unterschiedliche Hebezeugparameter, oder der Kran muß, nachdem ein Gebäudeteil fertiggestellt ist, an einem zweiten Standort eingesetzt werden (s. Bild 32 ). Hierfür käme z. B. ein TDK Feiner MK 630.

mit Katzausleger in Betracht. Er wird auf einem monolithischen Fundament bzw. auf vorgefertigten Fundamentblöcken auf - 3,0 m verankert [ 37 ] ; Peiner-Krane der MK-Serie können aber sowohl feststehend als auch mit Fahrwerk eingesetzt werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, an den beiden verlängerten äußeren Notstromanlagen den Kran schienenfahrbar einzusetzen, wobei die Gleise auf der dem Hauptgebäude abgewandten Seite liegen sollten.

#### 6.3.4.3 Zusammenfassung

Aus bau- und montage-technologischen Gründen wird die Variante 4 - feststehender TDK 5500 kNm z. B. Peiner MK 450 - als Vorzugsvariante betrachtet. Ausschlaggebend für diese Entscheidung ist der geringe Platzbedarf. Dadurch stehen zwischen den Blöcken ausreichende Vormontage- und Lagerflächen zur Verfügung, mobile Hebezeuge für Ausrüstungsmontagen können allseitig an die NSA heranzufahren; Baustraßen können in erforderlicher Breite und Lage angeordnet werden und die unterirdische Wirtschaft kann parallel zur Bauausführung und zeitlich unabhängig eingebracht werden.

An den beiden äußeren Notstromanlagen wird der Kran schienenfahrbar eingesetzt.

