

Geschichte am Haken

SONDERDRUCK

bd
baumaschinendienst

www.baumaschinendienst.de

baumaschinendienst
4+5/2000

BAUUNTERNEHMER-
SPEZIALZEITSCHRIFT FÜR
BAUMASCHINEN,
GERÄTE UND SYSTEME

LIEBHERR

So baut man Krane.



Das Schlüsselgerät der Baustelle wurde 50

Turmdrehkrane sind in den letzten Jahrzehnten zu den Schlüsselgeräten auf den Baustellen dieser Welt geworden. Turmdrehkrane bewegen heute tonnenschwere Lasten punktgenau und pendelfrei, und kaum ein Anwender vergegenwärtigt sich die faszinierende Entwicklungsgeschichte, die diese Baumaschinengattung in den vergangenen fünf Jahrzehnten nach Ende

Geschichte am Haken

des Krieges in Deutschland genommen hat. Neben zahlreichen anderen Herstellern hat Liebherr die Entwicklungsgeschichte der Turmdrehkrane in besonderem Maße mitgeprägt. Im Herbst 1999 feierte die Unternehmensgruppe den fünfzigsten Jahrestag der Patentschrift für Liebherrns ersten leicht transportier- und montierbaren Turmdrehkran. Anlaß genug, die wesentlichen Entwicklungsschritte und Innovationen nachzuzeichnen.



Der folgende Beitrag beruht auf einer unveröffentlichten „Chronik der Kranentwicklung – fünf Jahrzehnte Liebherr-Turmdrehkrane“ aus dem Hause Liebherr zum 50. Firmenjubiläum.



Grundlage: Ein halbes Jahrhundert liegt zwischen der Erteilung des Patents für den ersten schnell transportierbaren Baukran und dem heutigen High-Tech-Hebezeug für die Baustelle.

1. Die Idee am Anfang

Hans Liebherr, von Beruf gelernter Baumeister, hatte als erfahrener Praktiker erkannt, daß die großen Aufgaben der Bauwirtschaft nach dem Kriege nur gelöst werden könnten, wenn auch die kleineren Bauunternehmen sich eines leistungsfähigen und billigen Hebe- und Fördergerätes, eines Baukranes, bedienen könnten. Viele „Fachleute“ waren damals anderer Ansicht. Sie glaubten, ein Baukran unter 15 m werde zu teuer in der Anschaffung und im Betrieb sein. Auch konnten sie sich wesentliche Fortschritte in der Mechanisierung beim Wohnungsbau nicht vorstellen!

Aber Hans Liebherr behielt recht. Sein Baukran, den er in einer kleinen Werkstatt

in Kirchdorf an der Iller mit einigen Männern gebaut hatte, war auf der Frankfurter Frühjahrmesse 1950 ein voller Erfolg. 1949 entwickelte und baute Hans Liebherr seinen ersten einfach und leicht von Baustelle zu Baustelle transportierbaren und dort ohne zusätzliche Hilfsmittel aufstellbaren Turmdrehkran, und meldete die Erfindung im gleichen Jahr beim Deutschen Patentamt an. Das Patent wurde erteilt und wies als Beginn seiner 18jährigen Laufzeit den 19. August 1949 aus.

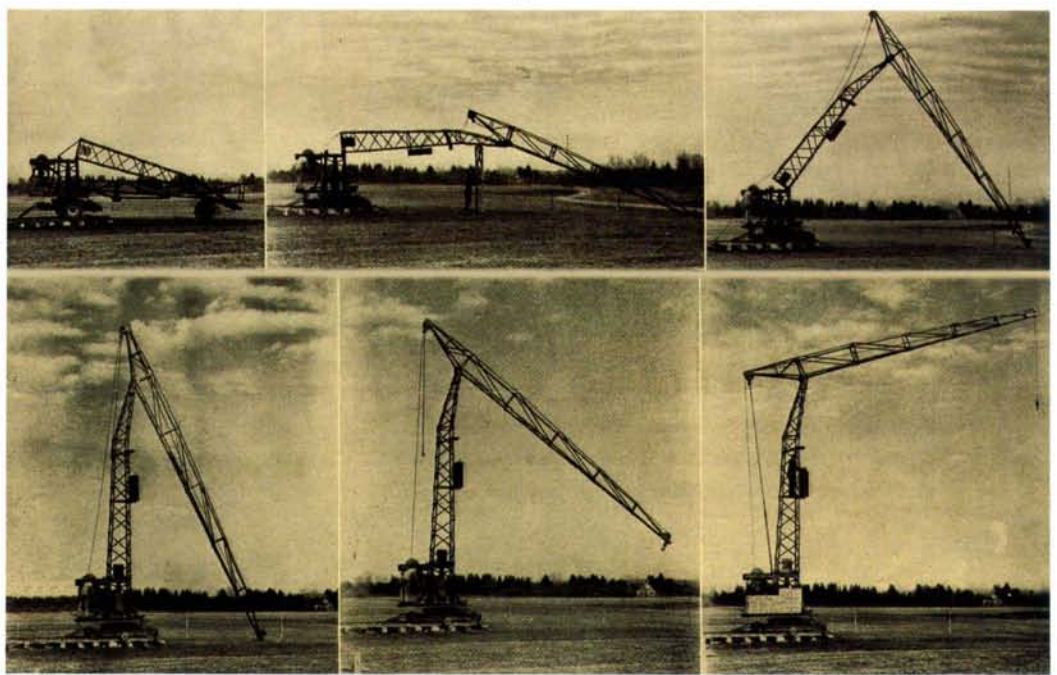
Die erste Präsentation dieses Kranes auf der Frankfurter Herbstmesse 1949 war – heute würde man sagen – ein Flop. Der Kran erregte zwar großes Interesse, aber Bestel-

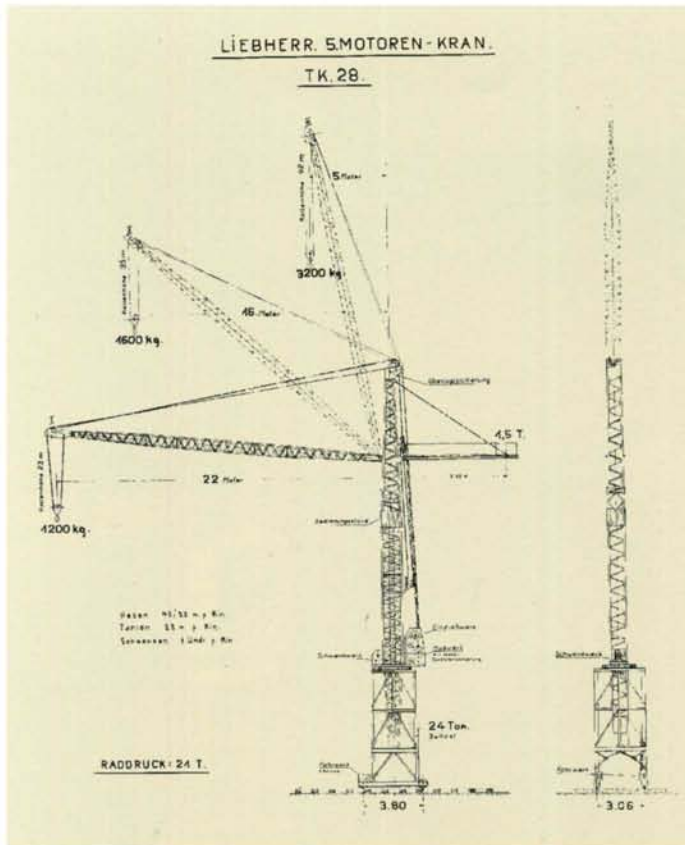
lungen gab es keine. Liebherr ließ sich jedoch nicht entmutigen, produzierte weiter, und erhielt einige Wochen später tatsächlich die ersten Aufträge.

Mit der Auslieferung des ersten TK 10 begann die Firmengeschichte von Liebherr als Baumaschinenhersteller. Der TK 10 hatte als größte Ausladung 16 m und dabei eine Tragfähigkeit von 650 kg zu bieten. Bei der geringsten Ausladung von 4,5 m konnte er 2000 kg heben.

Der Kran hatte ein elektrisch angetriebenes Schienenfahrwerk, ein Hubwerk und ein Drehwerk, aber noch kein Verstellwerk für den Ausleger. Dieser wurde mit dem Hubwerk verstellt, indem der Lasthaken an die Auslegerspitze angefahren und der Ausleger angehoben oder abgesenkt wurde. Das Auslegerhalteseil wurde dazu mit seinen Stahllaschen in die entsprechende Bohrung eingehängt. Die Kraftübertragung vom Motor zur ersten Getriebestufe erfolgte über einen Keilriemen. Alle Getriebestufen des Hubwerks, des Schienenfahrwerks und des Drehwerks waren offen

Bitte aufstehen: Die bislang am Bau eingesetzten Krane waren wesentlich größer und benötigten mehrere Tage zum Aufbau. Die Neuentwicklung war bereits nach 2 bis 3 Stunden betriebsbereit.





▲ Mischling: Der TK28 aus dem Jahr 1951 war zwar auf einem fahrbaren Fachwerkportal montiert, wie es vor dem Krieg üblich war, hatte aber als erster ein elektrisch betriebenes Auslegerverstellwerk.



in die Stahlkonstruktion eingebaut.

Den Turmdrehkran steuerte man über Handräder, die auf einen Schaltschrank montiert waren und die Schaltwalzen direkt bewegten, eine sogenannte „Controller-Steuerung“. Das Hubwerk diente auch zum Auf- oder Abbau des Kranes, indem Ausleger und Drehsäule (Turm) aus gestreckter Lage zusammengezogen oder beim Abbau in diese Lage abgelassen wurden. Die Montage dauerte aus der Transportstellung heraus zwei bis drei Stunden, im Gegensatz zu den bis dahin bekannten großen Kranen, zu deren Montage mehrere Tage erforderlich waren.

2. Die erste Kranbaureihe

Bereits im Jahr 1950 entstand nach dem Konstruktionsprinzip des TK 10 eine Reihe von weiteren Turmdrehkranen unterschiedlicher Lastmomente, die Typenreihe TK 3,6, TK 6, TK 10 und TK 14. Ein TK 6 kostete 8950,- DM, und für den TK 14 wurden 16 950,- DM verlangt. Diese äußerst günstigen Preise konnten nur erreicht werden, weil bereits in Serie produziert wurde. Alle diese Modelle konnten als komplette Einheit auf der Straße transportiert werden. Am Unterwagen war dafür eine Fahrzeugachse fest montiert, auf die zum Straßentransport luftbereifte Felgen aufgeschraubt wurden.

Die Firma hatte bereits im ersten Jahr 110 Mitarbeiter, stellte 160 Krane her und erreichte damit einen Umsatz von 2,2 Mio. DM. Am Ende des darauffolgenden Jahres 1951 kam eine neue Turmdrehkranart hinzu, der Kran TK 28. Dieser hatte ein Fachwerkportal, und war den Turmdrehkranen ähnlich, die bis 1945 auf den Baustellen zu sehen waren. Der Grund für diese Kranbauweise war die Notwendigkeit, aus Platzgründen auf der Gleis-

anlage Baumaterial stapeln oder einen freien Durchgang haben zu müssen. Es war aber auch der erste Kran, der ein elektrisch angetriebenes Auslegerverstellwerk hatte.

3. Verstellbare Nadelausleger

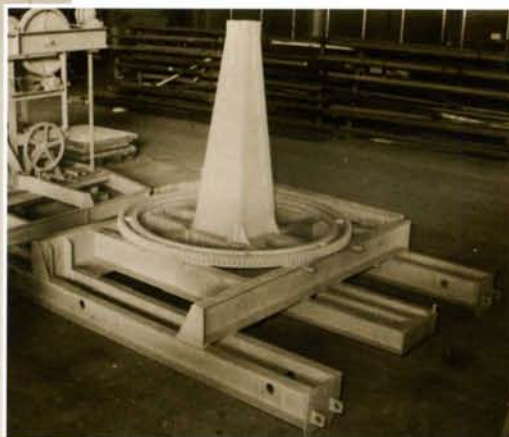
Die ersten in Serie gefertigten Nadelausleger-Turmdrehkrane gab es ab 1952. Auf Wunsch konnte eine Auslegerverstellwinde eingebaut werden, mit der es möglich war, den Ausleger mit angehängter Last beispielsweise im Bereich von 24 m bis 5 m stufenlos zu verstellen. Hierdurch konnte die Gleisanlage kürzer gebaut werden, weil der Kran mit dem Ausleger einen größeren Arbeitsbereich abdecken konnte, ohne zu fahren. Die Typenreihe umfaßte die Krane Form 9, Form 16 und Form 28. 1952 wurden bereits 267 Stück dieser Typenreihe gefertigt. Mit den bereits bekannten TK-Kranen zusammen waren es 348. In den Prospekten dieser Turmdrehkrane heißt es unter anderem:

„Getriebe für Hub-, Dreh-, Fahr- und Auslegerwerk vollständig gekapselt und im Ölbad laufend; Motoren an das Getriebe angeflanscht. Backenbremsen gewährleisten höchste Betriebssicherheit.“ In diesen Getrieben liefen jedoch nur die schnellen Stufen und die Getriebeschaltung des Hubwerks im Gehäuse und Ölbad. Die letzte Übersetzungsstufe bestand aus einem offenen Vorgelege, wobei das letzte Zahnrad mit seinem Durchmesser noch weit über das Hubtrommelbord hinausragte. Die Getriebe waren Liebherr-eigene Konstruktionen, die jedoch von Zulieferern gefertigt wurden.

Im folgenden Jahr 1953 wurden die Nadelauslegerkrane durch Anhebung der Lastmomente verbessert. Durch die Konstruktion eines „oberen A-Bockes“ und der damit möglichen mehrfachen



Renner: Der erste Rohrmastkran der „Form 6“ kam 1953. Der Kran mit Biegebalken-Nadelausleger beherrschte lange Zeit das Bild der deutschen Baustellen.



▲ Alte Verbindung: Über den Drehstuhl waren der Unter- und der drehbare Oberwagen miteinander verbunden. Diese Konstruktion wurde bereits 1955 durch die noch heute übliche Kugeldrehkranzverbindung abgelöst, die Liebherr damals schon selbst hergestellt hat.

Einsicherung des Auslegerverstellseiles auf der Rückseite des Kranturmes, der sogenannten „Rückverspannung“, konnten die Lastmomente der Krane nochmals gesteigert werden. Es entstanden so die Krantypen 12, 24 und 36. Aber nicht nur die „Rückverspannung“ war kennzeichnend für diese Krantypen, sie erhielten als erste Turmdrehkrane vollständig geschlossene, im Ölbad laufende Getriebe für Hub-, Einzieh- und Drehwerk.

Auch einzelne Exemplare der TK-Krane wurden noch gefertigt, doch das Interesse des Baugewerbes galt einem neukonstruierten Turmdrehkran, dem Rohrmastkran Form 6. Der Turm dieses Kranes bestand aus einem Stahlrohr, das im Bedarfsfalle um ein Zwischenteil von 4,5 m verlängert werden konnte. Die erreichbaren Rollenhöhen von 21 m oder 25,5 m an der Auslegerspitze bei der weitesten Ausladung von 12 m genügten für Wohngebäude mit vier Vollgeschossen. Das Auslegerverstellwerk wurde nur auf Wunsch geliefert.

4. Der Kugeldrehkranz kommt

Schon im Jahr 1954 wurden ganz neue Drehbühnen und Unterwagen entwickelt und 1955 eingeführt. Bis dahin hatten die Krane einen sogenannten Drehstuhl als Verbindung vom Unterwagen zur Drehbühne. Dieser bestand aus einer Stahlblechpyramide auf dem Unterwagen, über die die Drehbühne mit ihrem Hals- und Spurlager übergestülpt war. Diese Verbindungsfunktion sollte nun ein Kugeldrehkranz übernehmen. Zu den von Liebherr selbst produzierten neuen Kugeldrehkranzverbindungen kamen zwei weitere, ganz wesentliche Neuerungen hinzu: Die Krantürme wurden teleskopierbar, und die bislang starren Unterwagen wurden von Spreizholmunterwagen abgelöst.

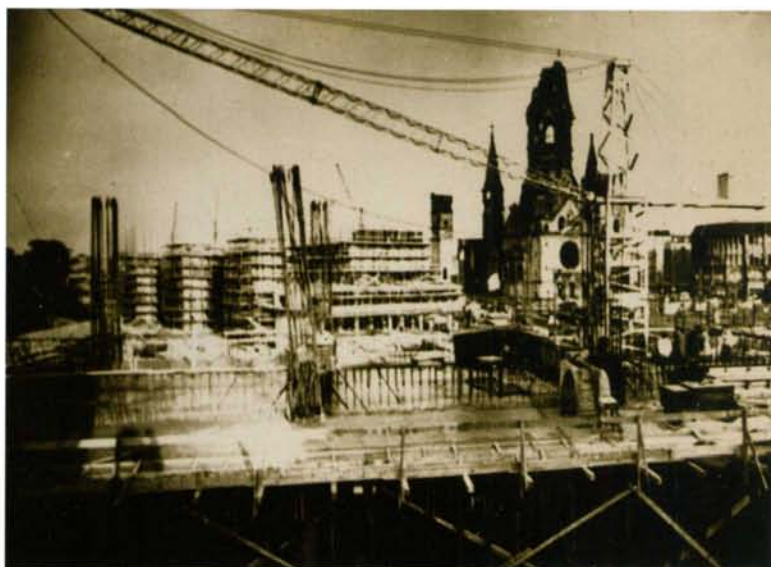
Zum Abbau des Kranes und für seinen Straßentransport konnte das Turmoberteil nun in das Unterteil eingefahren werden. Die Turmspitze wurde umgeklappt oder abgenommen. Diese telesko-

pierbaren Krantürme wurden entwickelt, um die Forderung nach immer größeren Hakenhöhen zu erfüllen. Diese längeren Krantürme waren als Ganzes nicht mehr auf der Straße zu transportieren und konnten nicht mehr wirtschaftlich aufgerichtet werden. Deshalb entwickelte Liebherr den Teleskopkran.

Dem einfacheren Transport- und Montagevorgang dienten auch die neuen „Spreizholmunterwagen“. Die alten starren Unterwagen

mußten entweder in ihrer ganzen Breite über die Straße transportiert oder auseinandergenommen werden. Die Spreizholmunterwagen bestanden aus dem Mittelteil mit dem aufgesetzten Kugeldrehkranz, an das vier bewegliche Spreizholme angebolzt wurden. Damit konnte der Unterwagen zum Straßentransport auf 2,50 m Breite zusammengeklappt werden. Außerdem konnten auch noch in einem gewissen Bereich andere Spurweiten, nicht exakt verlegte Gleise und vor allem Kurven und S-Kurven befahren werden. Der 25A mit einer Spurweite von 3,20 m konnte beispielsweise noch eine Gleiskurve mit 3,5 m Innenradius befahren. Alle Getriebe waren jetzt komplett geschlossen mit im Ölbad laufenden Zahnradern.

Diese neue Typenreihe wurde mit „A“ bezeichnet, und bestand aus sieben Modellen von Form 8A bis Form 50A. Der 8A war so klein, daß er zwar einen Kugeldrehkranz hatte, aber keinen Teleskopturm und keinen Spreizholmunterwagen. Trotzdem wurde er für die nächsten zehn Jahre mit insgesamt 3694 Stück der meistgebaute Nadelauslegerkran.

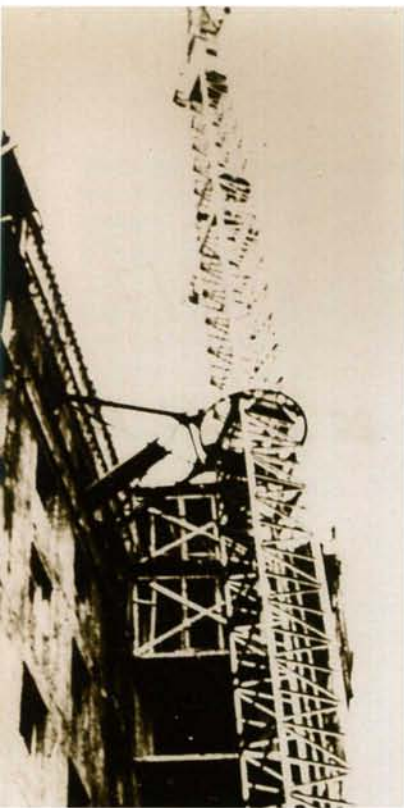


▲ Hoch hinaus und mitten drin: Der erste Einsatz des Hochhauskletterkrans 25 H 1956 in Berlin. Erstmals wurde um den Kran herum gebaut, der mit dem Bauwerk kontinuierlich in die Höhe wuchs.

Geschichte am Haken

Bereits zu dieser Zeit wurde verstärkt in die Höhe gebaut und die Grundstücksfläche auf innerstädtischen Baustellen intensiv ausge-

◀ **Bauchbinde:** Die erforderliche Zwischenverankerung der hohen Krane am Gebäude war nicht einfach. Die Untendreher wurden von den gesamten Kranturm umfassenden Führungsrings gehalten, in denen die Eckstiele abrollen konnten. Wegen der Rückverspannung war der Schwenkbereich allerdings eingeschränkt.



nutzt, so daß der Platz für den Baukran knapp wurde. Dieser Umstand trieb auch die Entwicklung der großen Krane voran.

5. Klettern am Hochhaus

Die Idee, einen Turmdrehkran im Gebäudeinneren zu installieren und mit diesem in die Höhe wachsen zu lassen, wurde in den „Hochhaus-Kletterkranen“ Form 15H, Form 25H und Form 40H verwirklicht – H wie Hochhaus-Kletterkran.

Der 25H kam als erster auf den Markt, und wurde erstmals in Berlin beim Bau eines Hochhauses am Bahnhof Zoo eingesetzt. Die Montage dieser „H-Krane“ erfolgte mittels eines seitlich am Turm befestigten Hilfskranes, der nach jedem Aufsetzen eines weiteren Turmstückes um dessen Länge hochgezogen werden mußte. Das Hochziehen der Kranteile und des Hilfskranes erfolgte mit dem kraneigenen Hubwerk und mittels geschickt geführter Seileinsicherungen.

Die Krane standen im Innern der Gebäude und hatten einen verstellbaren Nadelausleger. Es mußte eine möglichst kleine Ausladung erreicht werden, damit auch unmittelbar am Kranturm Lasten aufgenommen und abgesetzt werden konnten. Um zu verhindern, daß der

Ausleger durch das Einziehwerk zu weit nach hinten gezogen wird und dabei über die Turmspitze nach hinten fällt, wurde an der Ausleger- spitze ein Seil befestigt, welches dann über eine Hilfsstütze am Auslegerankelpunkt

und über die Turmspitze geführt sowie an einem kleinen Gegenausleger mit Ballast befestigt wurde. Wenn der Ausleger vom Einziehwerk in die minimale Ausladung gezogen wurde, spannte sich dieses Seil und hob den Gegenausleger an. Das Gegengewicht zog dadurch den Ausleger wieder nach vorn und verhinderte somit ein Überschlagen nach hinten.

Es machte sich in diesem Jahr bereits die schlechte Auftragslage der Bauwirtschaft bemerkbar, der Verkauf von Turmdrehkränen ging erheblich zurück. Die Produktionszahlen fielen bei Liebherr von 1220 auf nur 864 Krane im Jahr 1956, ein Jahr später waren es nur noch 549! Gefragt waren jedoch drei A-Krantypen, die speziell für eine große Rollenhöhe umkonstruiert wurden und die Bezeichnung „AH“ – d. h. Nadelausleger für große Höhen – trugen.

Diese Krane mußten der Standsicherheit wegen am Gebäude verankert werden. Das war nicht einfach, da es immer noch untendrehende Krane mit Einziehseilrückverspannung waren. So wurden am oberen Rand des unteren Turmstückes an den vier Eckstielen Rollen angebracht, welche beim Drehen des Krans in einem am Gebäude befestigten Führungsrings liefen. Wegen der hinten am Turm verlaufenden Einziehseile konnte der Kran jedoch nur um etwa 270° drehen, doch dies genügte meist, um die Baustelle zu bedienen. Nachteilig jedoch war, daß der Kran nicht mehr fahren konnte und damit einen Arbeitsbereich von 8 bis 10 m Radius, je nach Krangröße, um den Kranturm herum mit seinem Lasthaken nicht mehr erreichen konnte.

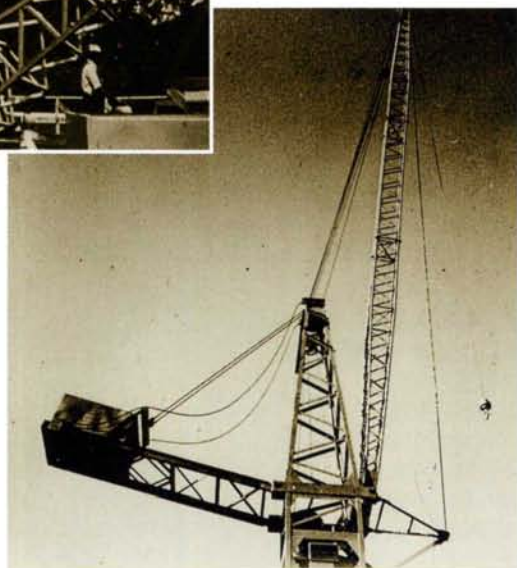
6. Neue Generation

Im Jahr 1958 stieg mit der Auftragslage in der Bauwirtschaft auch die Produktion in Biberach wieder auf 1007



▲ **Eins draufgesetzt:** Die zum Aufbau des Kranturms erforderlichen Stücke wurden mit einem eigenen, seitlich montierten Hilfskran aufgesetzt, der anschließend um eine Etage weitergezogen wurde.

▶ **Rückholaktion:** Damit bei Arbeiten mit extrem steil gestelltem Nadelausleger dieser nicht nach hinten überschlägt, wurde der Ausleger über ein Abspannseil von dem Hilfsballast wieder aus dem Gefahrenbereich gezogen.





◀ *Aus der Ferne: 1958 wurde die klassische Schützensteuerung von der Controller-Steuerung abgelöst, d. h., die Schaltwalzen wurden nicht mehr direkt über Schaltstangen, sondern elektromagnetisch betätigt. Damit war erstmals auch die Bedienung über ein Fernsteuerpult möglich.*



► *Losgelöst: Die HB-Krane mit hydraulisch verstellbarem Ausleger hatten auch ein vollkommen neues Klettersystem. Bei diesem „Drehkopfdurchsatz“ von 1958 war der Kugeldrehkranz am Kopf so groß, daß die neuen Turmstücke von oben eingesetzt werden, und der gesamte Krankopf daran in die Höhe klettern konnte.*

Turmdrehkrane. Auch gab es die neue Typenreihe 14A/17, 20A/25, 25A/30, 35A/45, 45A/55 und 56A/72 mit mehrfach teilbarem Nadelausleger. Erstmals konnte die Auslegergrundlänge durch Herausnehmen oder durch Hinzufügen von Auslegerstücken verändert werden. Außerdem konnte bei verkürzten Auslegern das Hubseil noch einmal eingeschert werden, so daß im Zweistrangbetrieb die doppelte Maximallast der Hubwinde gehoben werden konnte.

Weitere Merkmale dieser Baureihe waren: die parallel verlaufenden Eckstiele des Drehsäulenoberteiles gegenüber den konisch zulauenden Eckstielen der früheren A-Reihe, die komplett im Ölbad laufenden Liebherr-Getriebe sowie Kiesballastkästen, der Kugeldrehkranz und der Spreizholmunterwagen. Die bis jetzt verwendete Controller-Steuerung war für ho-

he Turmdrehkrane sehr unpraktisch. Deshalb wurde im Jahr 1958 die neuentwickelte Schützensteuerung installiert. Damit war es nun möglich, den Turmdrehkran auch von einem Fernsteuerpult aus zu bedienen.

In den Innenstädten wurden immer mehr hohe Gebäude errichtet, und es ergab sich die Notwendigkeit, mehrere Hochhauskrane gleichzeitig einzusetzen. Der Gegenausleger der H-Krane war hierbei hinderlich und

die Montage dieser Krane mittels Hilfskran doch recht aufwendig. Um die Montage und die Funktion dieser Krane zu verbessern wurde eine völlig neue Kranreihe konstruiert. Als erster dieser Kranreihe wurde im Jahr 1958 der 25 HB vorgestellt. Diese HB-Krane, wie sie abgekürzt für Hochhaus-Baukrane genannt wurden, hatten einen mit Hilfe von zwei Hydraulikpressen verstellbaren Ausleger auf der nun oben angeordneten Drehbühne. Die kleinste Ausladung betrug beim Kranbetrieb 3,5 m und konnte zur Montage der Turmstücke sogar auf 0 m verringert werden. Als einzige Verstellausleger-Turmdrehkrane hatten sie einen horizontalen Lastweg, was dem Kranführer die Arbeit erheblich erleichterte. Diese HB-Krane konnten innerhalb des Gebäudes hochklettern oder außen am Gebäude durch Aufsetzen von Turmstücken hochwachsen. Hierbei war es jedoch notwendig, den Kranturm jeweils nach fünf oder sechs Turmstücken mit einem Umfassungsrahmen und Stützstreben am Gebäude zu befestigen.

7. Obendrehende Katzausleger

Die Montage der HB-Krane erfolgte direkt vom Fundament oder vom Unterwagen aus mit dem kraneigenen Hubwerk. Der oben angeordnete Kugeldrehkranz war im Durchmesser so groß gewählt, daß er den gesamten Querschnitt eines Turmstücks umfaßte. Den drehbaren Teil des Kranes trug ein Führungsstück. Es umfaßte das oberste Turmstück und stützte sich beim Hochklettern auf diesem ab. Beim Aufbau des Kranturmes wurde jeweils das nächste Turmstück durch den Kugeldrehkranz hindurchgesteckt und mit dem darunterstehenden verschraubt. Die Drehbühne war mit der anderen Seite

des Kugeldrehkranzes verschraubt und hatte auch die gleiche Öffnung zum Durchstecken der Turmstücke. Dieses Kletterprinzip wurde 1958 unter dem Namen „Drehkopfdurchsatz“ patentiert. In der Drehbühne waren das Hubwerk, das Hydraulikaggregat, das Drehwerk und oben darauf die Auslegerverstellpressen und der Auslegerhaltebock mit dem Ausleger angeordnet. Das Klettern im Gebäude wie auch am Kranturm entlang erfolgte mit Hilfe des Hubseils, das an entsprechend eingesicherten Kletterseilen zog. Alle HB-Krane waren mit einer Schützensteuerung ausgestattet, denn ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, die vielen Funktionen beim Auf- und Abbau sowie beim Klettern des Kranes gewissenhaft auszuführen.

Die bisher üblichen, von Hand umschaltbaren Hubgetriebe waren nicht mehr zeitgemäß; vor allem nicht mehr für Hochhauskletterkrane, die mittlerweile bereits mit einem Fernsteuerpult bedient werden konnten. So wurde im Jahr 1959 das erste elektromagnetisch schaltbare Hubgetriebe, kurz Elmag genannt, entwickelt und auf den Markt gebracht. Diese Getriebeentwicklung war für die Liebherr-Turmdrehkrane der nächsten dreißig Jahre richtungweisend. Je nach Last konnten mit diesen Getrieben zwei, drei oder vier Hubgeschwindigkeiten vom Steuerpult aus gefahren werden, und, was noch wichtiger war, es konnte mit angehängter Last umgeschaltet werden, was bei den handumschaltbaren Getrieben nicht möglich war.

Der erste obendrehende Liebherr-Turmdrehkran mit Katzausleger wurde 1960 vorgestellt. Dieser 30/40 HKL konnte sich selbst aufstellen und war aufstockbar durch Einsetzen von Turmstücken. Das Führungsstück, in das die Turmstücke eingeschoben wurden, befand sich auf dem

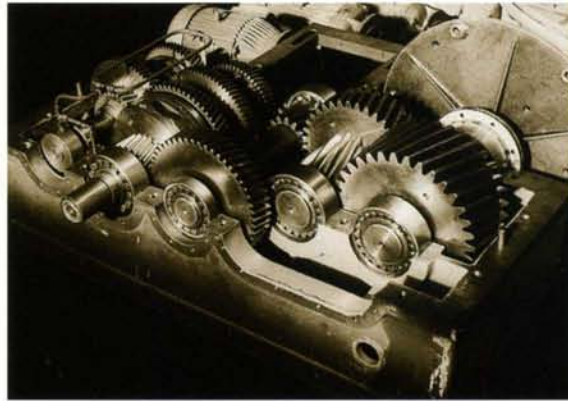
Fundament oder auf dem Unterwagen. Zum Einsetzen eines Turmstückes wurde der gesamte Kranort mit dem drehbaren Kranoberteil mittels Seileinscherung, ähnlich wie bei den HB-Kranen, vom Hubwerk hochgehoben.

Der zunehmende Montagebau verlangte nach Kranen, die durch Anpassung der Auslegerlänge ein variables Lastmoment und hohe Tragkräfte boten. Für das Versetzen von Fertigteilen aus Stahl oder Stahlbeton waren niedrige Hub- und Senkgeschwindigkeiten erforderlich. Auf Wunsch konnten deshalb seit 1960 die Hubwerke mit einem von Liebherr gefertigten Ward-Leonard-Antrieb oder bereits ab 1961 mit einem Frequenzwandler-Antrieb ausgerüstet werden.

8. Die Untendreher mit Katze kommen

Die Baukonjunktur in Deutschland war in diesen Jahren weiterhin sehr gut, und es wurden vermehrt Ein- und Zweifamilienhäuser gebaut. Ein Nadelauslegerkran benötigte auch dafür in der Regel ein Gleis, um jeden Punkt des Gebäudes erreichen zu können. Unterdrehende Katzauslegerkrane hatten diesen Nachteil nicht. Sie wurden stationär ohne Gleisanlage aufgestellt und erreichten mit ihrer sehr kleinen Minimalausladung jeden Punkt des Bauwerks. So hat Liebherr im Winter 1960/61 mit dem 6 K seinen ersten unterdrehenden Katzauslegerkran entwickelt,

▼ **Schaltkomfort:** Bis 1959 mußten die verschiedenen Getriebestufen von Hand umgeschaltet und dazu die Last abgesetzt werden. Erst als das neu entwickelte Elmag-Getriebe (elektromagnetisch schaltbar) kam, war es möglich, die Hubgeschwindigkeiten vom Steuerpult aus zu wechseln, und dies sogar bei hängender Last.



eine Bauart, die noch heute, vier Jahrzehnte später, nicht zum alten Eisen gehört.

Diese K-Krane konnten sich mit eigener Kraft auseinander- und zusammenfallen und in kompakter Form als Anhänger an einen Lkw angehängt werden. Hierzu wurde eine Starr- und eine Lenkachse an den Unterwagen angebaut. Das Katzfahrwerk war in den Ausleger integriert und das Hubwerk auf der Drehbühne aufgebaut. Bei waagrechtem Ausleger betrug die Hakenhöhe 13 m, jedoch konnte der Ausleger mit einer Handwinde auch schräg gestellt werden und reichte dann bis auf 23,6 m. Erstmals konnte anstelle des üblichen Kiesballastes Was-

ser verwendet werden, doch wegen der erheblichen Sicherheitsrisiken setzte sich diese Version nicht durch.

9. Katzen auch in der Höhe

In den 60er Jahren wurden von Liebherr parallel zu den K-, A- und HB-Kranen auch obendrehende Katzauslegerkrane entwickelt, wie sie Ende der 60er Jahre auch aus Frankreich auf den deutschen Markt kamen. Sie erhielten nach den bereits bekannten A- und B-Typen die Bezeichnung C-Krane. Sie konnten schienenfahrbar, stationär, freistehend oder am Gebäude verankert oder auch als Kletterkrane im



◀ **Auf Achse:** Der zunehmende Fertigteilbau verlangte nach schnell umsetzbaren leistungsfähigen Kranen. Der AUK 120 von 1963 hatte ein speziell konstruiertes Chassis. Er kann als Keimzelle der anschließend begonnenen speziellen Mobilkranentwicklung im Hause Liebherr angesehen werden.



▲ **Nahkämpfer:** Erst die Katzauslegerkrane, die Anfang der 60er auch aus dem Ausland auf die deutschen Baustellen kamen, konnten mit ihrem Haken sehr dicht an den Kranort heranfahren und auch im Nahbereich Lasten bewegen. Das aufwendig zu verlegende Krangleis konnte man sich damit sparen.

Gebäude eingesetzt werden. Die C-Krane hatten einen aus mehreren Turmstücken bestehenden Außenturm und einen Innenturm, der mittels hydraulischer Pressen im Außenturm hochkletterte. Die Turmstücke des Außenturms bestanden aus vier einzelnen „Fachwerkwänden“, die um den Innenturm angeordnet und miteinander verschraubt wurden.

Der Bau einer Gleisanlage auf ausgedehnten Baustellen war recht kostspielig, andererseits lohnte sich das Aufstellen mehrerer Krane nicht, wenn es um die Errichtung nicht allzu hoher Gebäude ging. So wurde bereits 1963 der erste Turmdrehkran auf Raupenfahrwerk gebaut, der 150 R, ein Nadelauslegerkran auf einem Unterwagen mit vier Einzelraupenlaufwerken. Die Raupenfahrwerke wurden von Elektromotoren angetrieben, die Lenkung der Raupenschiffe erfolgte mit Hydraulikpressen. In den folgenden Jahren stellte Liebherr noch viele derartige Raupenkrane her, besonders solche mit K-Kranenaufbauten, zu erkennen an dem „R“ nach der Lastmomentangabe.

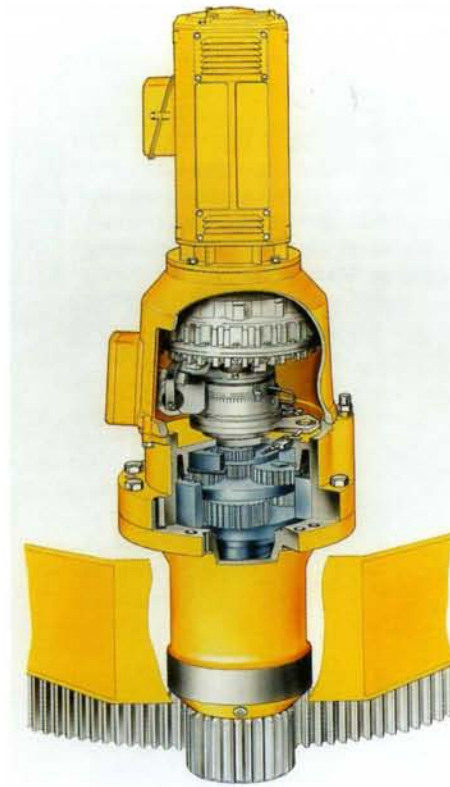
Im Lauf der sechziger Jahre wurden die obendrehenden Katzauslegerkrane fertigungs- und montagegerechter gestaltet. Die Krane bekamen ein dreigängiges elektromagnetisch schaltbares Hubgetriebe und konnten auf Wunsch mit einem Schleifringläufermotor mit integrierter Wirbelstrombremse ausgerüstet werden. Diese elektrische Motor-Bremskombination wurde 1967 erstmals für die Hubwerke verwendet. Sie gestattete ein sehr langsames und feinfühliges Heben und Senken der Last. Der seit 1961 häufig dafür angewandte Hubwerksantrieb mit Frequenzwandler wurde von dieser neuen Antriebsart abgelöst.

Im Bereich der Antriebstechnik gab es 1967 im Biberacher Liebherrwerk eine weitere bedeutende Entwicklung. In den Dreh- und Fahrwerksantrieben wurden erstmals Flüssigkeitskupplungen zwischen Elektromotor und Getriebe eingebaut. Damit war

ein weiches Anfahren und Abbremsen der Kranbewegungen gegeben. Der Abbremsvorgang konnte durch Gegenstromgeben, das heißt durch Umkehrung der Motordrehrichtung, beeinflusst und verkürzt werden, denn auf den Kran konnte nur das Drehmoment übertragen werden, das die Ölfüllung der Kupplung und die Drehzahl des Elektromotors zuließ.

10. Immer höher, immer schneller

Gegen Ende der 60er Jahre wurde immer mehr Wert gelegt auf kurze Montagezeiten der Krane. Es standen außerdem mehr Lkw für den Krantransport zur Verfügung – Transportkapazität war billiger als Arbeitskraft. So wurden die Türme der neuen HC-Obendreher anstelle aus vierteiligen aus einteiligen Turmstücken aufgebaut. Nur die ganz großen Obendreher der C-Baureihe behielten den zusammengesetzten viertei-



◀ **Sanfte Gewalt:** Die ab 1967 zwischen Elektromotor und Getriebe der Dreh- und Fahrwerksantriebe eingebauten Flüssigkeitskupplungen brachten wesentlich weichere Anfahr- und Abbremsvorgänge und damit auch eine Entlastung für Fahrer und Maschine.

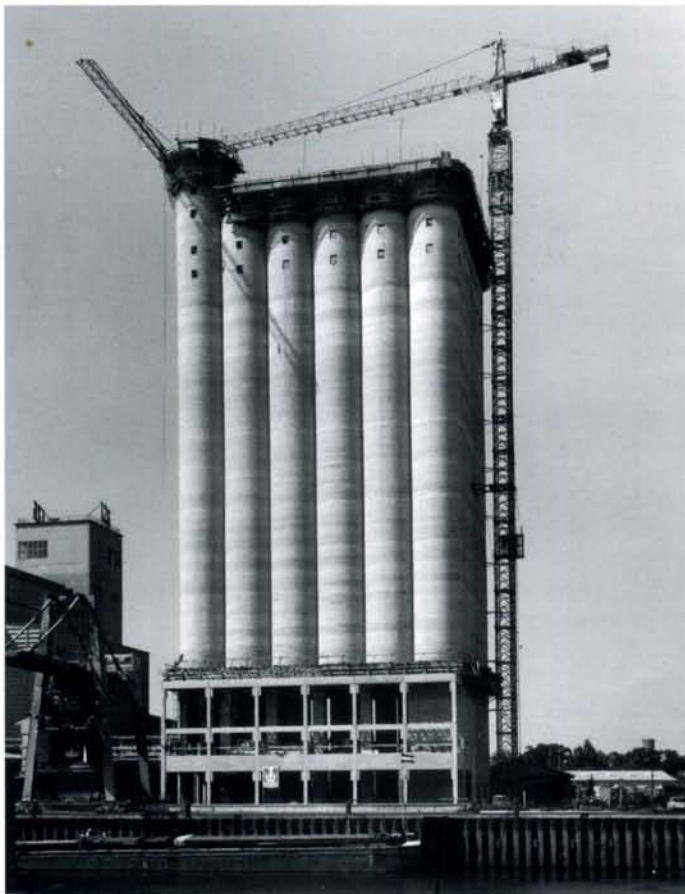
ligen Kranturm. Diese einteiligen Komplett-Turmstücke waren nur 2,5 m lang, damit sie quer auf der Lkw-Pritsche transportiert werden konnten. Das Kranoberteil wurde zum Hochklettern von einem dreiseitig geschlossenen, in Auslegerrichtung offenen Führungsstück getragen. Nach dem Erreichen der gewünschten Kranhöhe konnte das Kranoberteil mit dem Kranturm verschraubt und das Führungsstück mit dem Lasthaken abgelassen werden. Das Kranführerhaus war nicht wie bisher in die Turmkonstruktion integriert, sondern außen angehängt. Doch das außen angebrachte Führerhaus fand damals keinen Anklang. Man meinte, der Kranführer sei nicht genug geschützt, so daß die Kabine wieder in den Turm verlegt wurde.

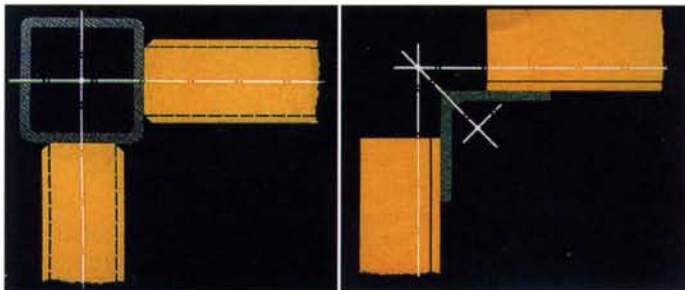
Alle HC-Krane hatten eine dreigeteilte Elektroinstal-

◀ **Quergelegt:** Die HC-Krane zu Beginn der siebziger Jahre hatten erstmals die vierseitig geschlossenen Turmstücke mit 2,5 m Länge, so daß man sie auf der Lkw-Pritsche platzsparend quer transportieren konnte.

lation. In der Drehbühne war der Schaltschrank für die gesamte Steuerung des Krans, d.h. alle Steuerschütze und außerdem die Schaltschütze für Dreh- und Katzfahrwerk untergebracht. Der Schaltschrank für das Hubwerk stand auf dem Gegenausleger, und wenn ein Fahrwerk vorhanden war, so war dessen Schaltschrank am Unterwagen angebracht. Dies hatte den Vorteil, daß bei der Montage bereits nach dem Aufsetzen der Drehbühne diese schon gedreht werden konnte, um eine günstige Position für das Einhängen von Ausleger und Gegenausleger einzunehmen, was auf beengten Montageplätzen äußerst wichtig war – so wichtig und so nutzbringend, daß diese Art der Elektroinstallation bis heute beibehalten wurde.

Ein neuer K-Kran kam im Jahr 1972 auf den Markt: Der 32K/45 hatte eine ganz neuartige Aufstellmechanik. Das Aufrichten des Kranturmes aus der Transportlage erfolgte nicht mehr mit Seilzügen, sondern mit hydraulischen Pressen. Der Kran hatte nach dem Aufstel-





▲ **Alles dicht:** Seit Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre gibt es bei Liebherr die dichtgeschweißten Hohlprofile am Kranturm. Bei den dicht am Eckstiel verschweißten Diagonalen ist nicht nur der Korrosionsschutz wesentlich besser, auch die Kräfteinleitung ist statisch eindeutiger als bei offenen Winkelprofilen.



◀ **Flach gequetscht:** Für die Diagonalen der Ausleger wurden die Stahlrohre am Anschluß flach gequetscht und dicht verschweißt.

len eine Hakenhöhe von 11,5 m, die durch Einsetzen von 2,4 m langen Turmstücken bis auf 30,7 m erhöht werden konnte. Die Turmstücke wurden ebenerdig in den Führungsrahmen eingeschoben, mit dem Turmoberteil verschraubt und dann der Kranturm mit den hydraulischen Aufstellpressen hochgeschoben.

11. Eine Frage des Profils

Bei der Stahlkonstruktion der Obendreherkrane beschränkt man bei Liebherr Ende der 60er Jahre ganz neue Wege. Statt der üblichen offenen Winkelprofile wurden nur noch geschlossene, dichtgeschweißte symmetrische Hohlprofile eingesetzt. Die verwendeten Rundrohre kamen immer aus Walzwerken, während die Vierkantprofile für die Eckstiele meist aus Winkelstahl auf eigens zu diesem Zweck selbst entwickelten und gebauten Kastenprofil-Schweißautomaten hergestellt wurden. Stahlkonstruktionen aus Hohlprofilen weisen eine wesentlich höhere Lebensdauer auf als die aus offenen Winkeln her-

gestellten Türme. Dies hängt mit der Kraftüberleitung an den Knotenpunkten zusammen. Bei Hohlprofilen können die Kraftlinien in einer Ebene gehalten werden, was bei Winkelprofilen niemals möglich ist.

In dieser Zeit wurden auch die für Dreiecksausleger wichtigen Diagonalschlüsse mit gequetschten Rundrohren entwickelt. Durch Versuchsreihen an der Technischen Universität München konnte nachgewiesen werden, daß die Lebensdauer dieser Anschlüsse überaus zufriedenstellend war. Die Versuche waren erforderlich, weil nach den Stahlbauvorschriften das Schweißen von stark verformten Bauteilen nicht erlaubt war. Seit dieser Zeit wird von Liebherr diese äußerst wirtschaftliche Bauweise für Katzausleger angewendet.

Auch für die Eckstiele in den Turmstücken der HC-Krane wurden an der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart umfangreiche Versuchsreihen zur Ermittlung der Lebensdauer gefahren. Es sollte ermittelt werden, welche Art der

Turmverbindung die größte Lebensdauer hatte und ob die verwendeten hochfesten vorgespannten Zugschrauben ebenfalls für die Dauerbelastung geeignet sind. Auf diese Weise wurde die bis heute verwendete Eckstielverbindung mit angeschweißten Schmiedestücken und Zugschrauben für die Obendreher sowie die Turmstückverbindung mittels Bolzen für die Schnelleinsatzkrane entwickelt.

In den 70er Jahren wurden viele Fernsehtürme, Fernmeldetürme und auch Naturzugkühler für Kernkraftwerke gebaut. Diese punktförmigen Bauwerke, die nach oben hin immer schlanker und deren Wandstärken immer dünner wurden, konnten an ihrer Spitze keine großen Verankerungskräfte aus Kranabstützungen aufnehmen. Die Bauwerke wuchsen mit bis zu 4 m pro Tag schneller als die zur Kranverankerung nötige Betonfestigkeit! Unter diesen Gegebenheiten entstand 1975 der Knickausleger „K“. Der erste damit bestückte war der 180HC-K, ein obendrehender Katzauslegerkran der seinen zweigeteilten Ausleger mit Hilfe einer Auslegerverstellwinde so anheben konnte, daß der hintere Auslegerteil einen Winkel von bis zu 80° zur Horizontalen bildete und der Spitzenausleger dabei seine waagrechte Lage beibehielt. Damit konnte die oberste Kranverankerung im Bereich des bereits tragfähigen Betons angeordnet und die restliche Hubhöhe mit dem Knickausleger erreicht werden.

Ein krantechnisches Highlight entstand im Jahr 1978, als eine große deutsche Baufirma in Saudi-Arabien eine Stadt mit 900 ein- bis zweigeschossigen Doppelhäusern in Fertigteilbauweise zu errichten hatte. Aufgrund der vorgegebenen Bauzeit und der Verkehrswege- und Hausanordnung waren gleichzeitig 42 Krane erforder-

lich geworden. Die Verlegung von Gleisanlagen wäre in dem hügeligen Gelände sehr teuer geworden und der Einsatz von Autokranen aus dem gleichen Grund ebenfalls nicht wirtschaftlich. Für die gestellten Hubaufgaben kamen Krane des Typs 132HC in Frage, die jedoch im aufgestellten Zustand, d.h. Ausleger horizontal und eingehängtes Gegengewicht, mit einer Turmhöhe von bis zu 30 m von Haus zu Haus weitertransportiert werden sollten – bei Geländesteigungen bis 17 Prozent! Es wurde dafür ein flaches Kranportal entwickelt, das seine Beine mit Hilfe von Hydraulikzylindern hochklappen konnte, um eine Transportbreite von maximal



▲ **Geknickt:** Speziell für Bauwerke, die nach oben hin immer schlanker werden, wie Kühl- oder Fernmeldetürme, wurden die Krane mit dem charakteristischen Knickausleger für große Reichhöhen entwickelt.



► **Erfolgreich:** Als Vertreter der sehr erfolgreichen HC-Serie steht hier der 256 HC, der zwischen 1981 und 1995 in fast 500 Exemplaren produziert wurde.

5 m zu erreichen. Zum Versetzen wurde eine elektrisch angetriebene Transporttraupe entwickelt, die den notwendigen Strom von einem aufgebauten Diesellagregat bezog. Über vier Hydraulikzylinder konnte das Portal mit dem Kran jederzeit bis 17 Prozent Neigung ausnivelliert werden.

1978 kam ein neuer Katzauslegerkran, der 48K, der mit seinem 35-m-Ausleger und einer Grundhakenhöhe von 20 m auf der Straße transportiert werden konnte. Mit maximal fünf Turmstücken, je 2,4 m lang, die nach dem Aufrichten des Turmes in diesen von unten eingeschoben werden konnten, erreichte der Kran eine Hakenhöhe von 32 m. Der Kranturm bestand in den Eckstielen und Diagonalen aus dicht miteinander verschweißten Vierkant-Hohlprofilen, was für untendrehende Katzauslegerkrane zu dieser Zeit wieder etwas ganz Neues war. Auch in der Antriebstechnik gab es einige Neuerungen. Das Drehwerk bestand aus einem dreifach polumschaltbaren Motor, einer Flüssigkeitskupplung, einer Elektromagnetkupplung und einem Planetengetriebe. Damit war dem Kranführer ein genaues Positionieren auch bei wechselnden Windrichtungen auf die Last und unterschiedlichen Windstärken durch Gegenstromgeben (Kontern) möglich.



Mit der in den Jahren 1979 bis 1982 erfolgten Erweiterung der HC-Typenreihe durch die großen 355HC und 500HC kam auch eine neue Turmstück-Verbindung. Eine Verbindung der einzelnen Turmstücke mit bis dahin bekannten und in der Praxis üblichen Bolzen wurde von Liebherr ausgeschlossen, weil die Gefahr durch Zusammenrutschen, Verschweißen durch Reibung oder Ausschlagen der Bohrungen durch Bolzenspiel zu groß erschien. So wurde eine spezielle Turmstückverbindung entwickelt, die aus einer längsgeschlitzten Federstahlhülse mit Innenkonus und einem passenden Konusbolzen bestand. Beim Spannen dieses Konusbolzens preßte sich die Federhülse spielfrei in die Bohrungen. Bei der Demontage ließ sich der Konusbolzen leicht ziehen, die gespreizte Hülse federte zurück und konnte herausgenommen werden.

In die Zeit um 1980/81 fällt der größte jemals ge-

baute verfahrbare Turmdrehkran mit 122 m Hakenhöhe, der zum Bau einer Meerwasserentsalzungsanlage in Saudi-Arabien gebraucht wurde. Der Kran sollte eine größte Tragkraft von 50 t haben und bei 33 m noch 15 t heben können. Das Ergebnis war ein modifizierter 450C auf Turmstücken des 750C und einem Spezialunterwagen mit 16 m Spurweite. Die Ausbiegung des Kranturmes in Höhe des Führerhauses betrug im Ruhezustand knapp 3 m in Richtung Gegenausleger und unter Last 3 m nach vorn. Der Kranführer in 120 m Höhe mußte sich erst daran gewöhnen, daß der Unterwagen bereits wegfuhr, ohne daß er sich oben mitbewegte!

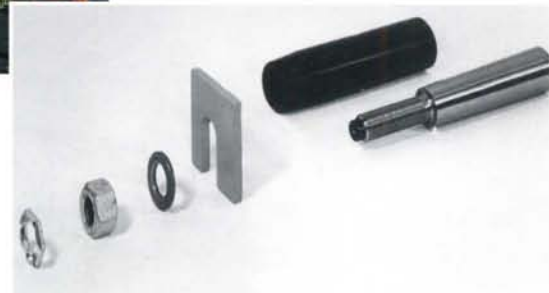
Bei den untendrehenden Katzauslegerkranen wurde 1980 mit dem 21K die Ausleger-Luftmontage praktiziert. Bisher mußte die Ausleger Spitze am Boden abgelegt

◀ **Huckepack:** Mit der speziellen Transporttraupe wurde der Kran voll aufgerüstet mit 30 m Turmhöhe und Gegengewicht sogar geländegängig – bis zu 17 Prozent Steigung konnten überwunden werden.

werden, Verbindungsbolzen gesteckt werden, und erst dann konnte man den Ausleger hochziehen. Durch das neue Montagekonzept wurde der Ausleger während des Austeleskopierens des Turms ohne Bodenberührung auseinandergeklappt. Erreicht wurde dies durch eine spezielle, patentierte Seileinsicherung.

„Schnelleinsatzkrane“ nannte man nun die untendrehenden K-Krane, die nicht nur in kürzester Zeit aufgerichtet, sondern auch schnell von der Transportachse auf das Gleis gesetzt

▼ **Sitzt und paßt:** Der konische Bolzen mit der Federstahlhülse verbindet die Turmschüsse der großen Krane sicher und läßt sich auch nach längerer Standzeit und intensivem Einsatz wieder problemlos lösen.



und ballastiert werden konnten. Sie wurden vom Lkw auf ihren Transportachsen oder als Sattelaufleger zwischen die Schienen gefahren. Dort erfolgte der Aufstellungsvorgang mit Hilfe der Hydraulikpressen oder der Rapid-Kinematik. Dabei konnte man die Spreizholme ausschwenken und auf die Schienen absetzen. Geklettert wurden die Krane mit ihrer hydraulischen Klettereinrichtung, die zwischen Innen- und Außenturm ansetzte und über einen Lenker zwischen Außenturm und Drehbühne den Vorgang steuerte. Von wesentlicher Bedeutung wurde für die Liebherr-Schnelleinsatzkrane die patentierte Umscherautomatik für das Hubseil. Der Kranführer konnte ohne fremde Hilfe vom Steuerpult

aus von Zweistrang- auf Vierstrangbetrieb umscheren und so immer die für die jeweilige Last günstigste Hubgeschwindigkeit wählen. Diese Umscherautomatik bewährte sich bestens und wurde in den folgenden Jahren in alle K- und EC-Krane übernommen.

Viele große HC-Krane, wie der 256HC und der 500HC, wurden in Norwegen zum Bau von Ölplattformen aus Stahlbeton eingesetzt. Doch diese Bauwerke wurden immer größer, und die Bauweise änderte sich, was 1985 zur Entwicklung des weltweit größten obendrehenden Kletterkrans, dem 3150HC, führte. Dieser Turmdrehkran hat, denn er wird heute noch gefertigt, eine größte Ausladung von 80 m und trägt dabei 32 000 kg. Maximal kann er 60 Tonnen heben – bei einer Ausladung von rund 50 m. Schienenfahrbar (15 m Spurweite) erreicht dieser Kran mit $5,2 \times 5,2$ m Turmquerschnitt eine Hakenhöhe von 96,5 m.



◀ **Schnellmontage:** Auch die Montage der großen Obendreher mußte immer schneller gehen. Dafür wurden die EC-Krane mit dem Komplettkrankopf entwickelt, deren Module entsprechend ihres Montageablaufes auf nur wenigen Transportfahrzeugen verladen waren.

▼ **Selbstläufer:** Aus ihrer Parkposition an der Drehbühne fährt die Laufkatze selbsttätig zur Auslegerspitze, um dort die Kopfstation, d. h. den Hubseilfestpunkt und die Umlenkrolle für das Katzfahrseil, einzuklinken.

12. Zeit ist Geld – schnelle Montage im Vordergrund

Der für einen Turmdrehkran verfügbare Raum auf innerstädtischen Baustellen wurde in den 80er Jahren immer knapper, und die Montage sollte immer weniger Zeit beanspruchen. Diesen Anforderungen wurde bei Liebherr mit der Konstruktion der Economic-Krane, die die Be-



Luftikus: Mit dem 21 K kam der erste Schnelleinsatzkran, dessen Ausleger beim Aufrichten nicht den Boden berührte.

▲ **Selbst ist der Kran:** Die speziellen Ballastierausleger der Untendreher sind etwa 1984 verschwunden. Der 35 K konnte sich seinen Ballast mit schräg gestelltem Turmpaket aufsetzen.

zeichnung „EC“ erhielten, begegnet. Im Jahr 1983 kam als erster der 63EC, dessen Kranteile genau in der Reihenfolge und Zusammenstellung auf das Transportfahrzeug verladen wurden, wie sie vom Autokran auf der Baustelle abgehoben und sofort montiert wurden. Gegenausleger, Turmspitze, Drehbühne mit außenliegendem Führerhaus und Kugeldrehkranzaufgabe bildeten dabei eine Einheit. Der Ausleger bildete eine weitere Transport- und Montageeinheit, ebenso der Kranturm und das Fundamentkreuz. Die äußeren Abmessungen von Kranturm und Ausleger waren so gewählt, daß ihre Teilstücke neben- und übereinander auf einen Sattelzug verladen werden konnten. Ein ganz wesentlicher Vorteil für die Montage war, daß das Hubseil und das Katzfahrseil beim Transport des Kranes nicht abgenommen werden mußten. Die Laufkatze und die sogenannte Kopfstation blieben während des Transportes an der Drehbühne. Dies war für die Montage eine große Zeiteinsparung.

Der 25K war 1984 der erste Schnelleinsatzkran mit Vollwandturm. Durch den verhältnismäßig geringen Querschnitt war es nun möglich, Ausleger und Turm beim Transport aufeinanderzulegen. Der Ausleger mußte nicht mehr seitlich geklappt werden, was wieder eine Zeitersparnis bei der Montage bedeutete.

Anfang der neunziger Jahre wurde der

112EC-H vorgestellt, der als erster das neu entwickelte Hubwerk in Modulbauweise hatte, welches die seit 1959 tausendfach gefertigten kompakten 3- und 4-Gang-Elmag-Getriebe ablöste. Die Module dieses neuen Hubwerks bestanden aus Schleifringläufermotor mit Durchzugs-Fremdbelüftung, Wirbelstrombremse, elastischer Kupplung, elektromagnetisch schaltbarem Stirnradgetriebe, federbelasteter selbstnachstellender Scheibenbremse, Winkelplanetengerie und Seiltrommel mit modifizierter Lebus-Verrillung. Der große Vorteil dieses Hubwerks war seine schmale langgezogene Bauweise, wodurch es fest auf dem Gegenausleger montiert werden konnte. Es mußte zum Straßentransport des Kranes nicht vom Gegenausleger abgebaut werden, was bei den früheren Hubwerken notwendig war.

Im Jahre 1988 hatten die Konstrukteure von Liebherr die Aufgabe, für England zwei ganz spezielle Turmdrehkrantypen zu entwickeln. Der eine sollte in die Ecken eines rechtwinkligen Bauwerks reichen, ohne Nachbargebäude zu überschwenken. Es durfte aber kein Kran mit Verstellausleger sein, da er von anderen Horizontalauslegern überschwenkt wurde. Der andere sollte eine Gebäudekuppel von innen bauen können. Die erste Aufgabe wurde mit dem 300HC-T mit horizontalem Teleskopausleger gelöst. Das untere Auslegerteil konnte unter Last mit einer Geschwindigkeit von 30 m/min aus- und eingefahren werden, gleichzeitig konnte die Laufkatze mit 60 m/min den Ausleger entlangfahren. Der 100HC-F löste die zweite Aufgabe, woran die Kollegen aus dem Mobilkranwerk in Ehingen beteiligt waren, die einen hydraulisch verstellbaren Teleskopausleger beisteuerten.

► **Geschlossene Gesellschaft:** Der 25 K aus dem Jahr 1984 hatte (wieder) einen Vollwandturm. Der schlanke Querschnitt ergab beim Transport des zusammengefalteten Kranes günstigere Transportmaße.

13. Zeitalter der Elektronik

Bedienungsvereinfachung und größere Sicherheit standen zu Beginn der neunziger



◀ **Schlankeitskur:** Das neue Hubwerk in Modulbauweise löste Anfang der 90er Jahre die 1000-fach gebauten Elmag-Getriebe ab. Die schlanke Bauweise war beim Transport günstiger.

Jahre auf der Tagesordnung, als Lieberr verstärkt die Elektronik in den Kran brachte. „Litronic“ heißt die komfortable Steuerung, auf deren Befehle seither alle großen Obendreher hören. In dieses komplexe System wurden Lastmomentbegrenzung und Arbeitsbereichsbegrenzung ebenso eingebunden wie alle Fahrfunktionen und das elektronische Monitorsystem. Dort wurde der Fahrer über alle betriebs- und sicher-



◀ **Doppelpack:** Eine interessante Auslegerkonstruktion hatte der 300 HC-T, der seinen Ausleger mit der Laufkatze in Gebäudeöffnungen hinein teleskopieren konnte.



▲ **Mischling:** Eine Anleihe bei den Mobil-Teleskopkranen hat diese Sonderkonstruktion genommen – quasi ein Fahrzeugkran auf Fachwerkturn.

heitsrelevanten Parameter informiert. Daten über die aktuelle Ausladung, Hakenhöhe und Last werden darin ebenso ausgewertet wie Informationen vom Windsensor oder Drehsensor, so daß die Elektronik über jede Kranbewegung informiert ist und darauf aufbauend eine Vielzahl von Kontroll- und Sicherheitsfunktionen ausführen kann.

Umwälzungen gab es auch bei der Antriebstechnik. So bekamen 1992 die Katzfahrwerke der EC-H-Krane

eine Frequenzumrichter-Steuerung, und ein Jahr später wurde der erste 112EC-H auch im Hubwerk mit einer Litronic-Frequenzumrichter Steuerung ausgerüstet. Diese Steuerung erlaubt für Katzfahren, Heben und Senken, immer die der angehängten Last und der installierten Leistung entsprechende maximal mögliche Geschwindigkeit

stufenlos zu fahren. Mit dieser Steuerung kann die Last bei Motordrehzahl „Null“ sogar schwebend gehalten werden. Ein intelligentes Programm im FU-Prozessor „übergibt“ dabei die Hublast an die Hubwerksbremse und holt sie wieder zurück, wenn der Motor wieder dreht.

Ende 1993 wurde der erste Obendreher, ein 112EC-H, ausgeliefert, der mit einer völlig neuartigen dezentralen speicherprogrammierbaren Steuerung (dezentrale SPS) ausgerüstet war. Eine zentrale SPS war für die EC-H-Krane wegen ihrer dreigeteilten Elektroinstallation (Gege-nausleger mit Hubwerk – Drehbühne mit Steuereinheit

und Dreh- und Katzfahrwerk – Unterwagen mit Fahrwerk) nicht gut genug. Die dezentrale sicherheitsgerichtete SPS, die von Liebherr unter Beteiligung von ABB und den TÜVs Bayern und Südwest entwickelt wurde, war auf dem Gebiet der elektronischen Steuerungstechnik eine absolute Neuheit.

Ein Rekord, der heute noch Bestand hat, wurde 1992 beim Bau von 230 m hohen Stahlskelettbauten aufgestellt. Nach dem Konstruktionsprinzip des 500HC-L entstand der bislang größte HC-L-Kran, der 800HC-L, mit einer Tragfähigkeit von 22 000 kg bei größter Ausladung von 40 m. Das Hubwerk wurde über ein 4-Gang-Elmag von

Montage und drei verschiedene Turmhöhen mit automatischer Verriegelung sowie zwei wählbare Drehradien von 2,2 m und 3,0 m. Erstmals gab es ein Führerhaus, das der Kranführer am Turm in jeder beliebigen Höhe verfahren und verriegeln konnte.

Modernsten Anforderungen entspricht auch die Triebwerkstechnik des 45 K: Wahlweise kann der Kran mit Schützensteuerung oder mit speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) ausgerüstet werden, alle Antriebe außer dem elektronisch überwachten Drehwerk werden über Frequenzumrichter gesteuert, im Hubwerk als Option. Damit war der 45K der erste Schnelleinsatzkran der Welt mit stufenlos steuerbaren Arbeitsgeschwindigkeiten. Ironie des technischen Fortschritts: das hier eingebaute EDC-Drehwerk, das ein absolut feinfühliges, stoßfreies Anfahren und Abbremsen der Drehbewegung gestattet, war bereits 12 Jahre zuvor unter der Bezeichnung „elektronisches Drehwerk mit Spannungsanschnittsteuerung“ gebaut und von Liebherr im Markt getestet worden. Auf die Markteinführung wurde verzichtet, weil die damals zur Verfügung stehenden elektronischen Bauteile für den harten Einsatz auf Baustellen noch nicht zuverlässig genug waren. Dem Kranführer bietet heute das elektronisch überwachte Drehwerk erhebliche Erleichterungen bei der Beherrschung der Drehbewegung. Die automatische Pendeldämpfung sorgt ohne Eingriff des Kranführers für einen optimalen Bremsvorgang. Es hat eine elektronische Windlastregelung und ist durch die elektronische Überwachung konterfähig und kontersicher.

Die Anfang der 90er Jahre aus dem Ausland auf den deutschen Markt drängenden kleinen Untendreherkrane mit hydraulischem Aufstellvorgang initiierten die Ent-



Fahrstuhl: Statt zu klettern konnte der Kranfahrer jetzt mühelos mit seiner Kabine in die Höhe fahren und diese in jeder beliebigen Position fest machen.



Multifunktional: Je nach Baustellensituation läßt sich der Ausleger in voller Länge horizontal, steil gestellt oder auch eingeklappt betreiben. Sogar in Steilstellung bleibt die Funktion der Laufkatze voll erhalten.



Gelenkig: Statt über eine komplizierte Seileinsicherung wurde der 20 SE mit Hydraulikzylindern aufgerichtet. Der Aufstellvorgang wurde dadurch noch einfacher.

einem 240-kW-Ward-Leonard-Antrieb bewegt und für das Auslegerverstellwerk ein 190-kW-Antrieb mit Wirbelstrombremse eingebaut.

Mit dem 45K stieß 1991 das Vollwandturmkonzept der Schnelleinsatzkrane auch in die höheren Größenklassen vor. Moderne Antriebstechnik brachte auch hier höchsten Bedienkomfort: die von den K-Kranen her bekannte einfache und schnelle

wicklung der noch heute produzierten SE-Krane, die als erste Schnelleinsatzkrane der Welt mehrere Kransysteme, nämlich das Katzausleger- und das Nadelausleger-system, in sich vereinigten (Multikransystem). Die sehr vielseitige Krankonstruktion erzielte enorm kompakte Transportabmessungen und war durch die hydraulische Aufstellkinematik auch bei unebenem Gelände von einem Mann allein aufzubauen. Hub- und Katzfahrwerk sind bei diesem Schnellmontagekran in allen Auslegerstellungen, ob geklappt oder gestreckt, steil oder horizontal, voll betriebsfähig. Der komplette Ausleger kann aber auch als Verstellausleger benutzt werden. In jeder Schräglage kann die Laufkatze den Ausleger entlangfahren und dabei Lasten heben. Selbstverständlich sind alle Antriebe elektronisch stufenlos regelbar

Mitte der Neunziger kamen auch bei Liebherr mit den beiden spitzenlosen Obendreher 112EC-B und 180EC-B die Biegebalkenausleger wieder zu Ehren. Dieses an sich bekannte Auslegersystem für Turmdrehkrane war bislang wegen seines deutlich größeren Gewichts und damit höheren Preises als nicht wirtschaftlich angesehen worden. Doch die Baustellen wurden mehr, wo andere Argumente zogen: Wenn mehrere Obendreherkrane auf engem Raum eingesetzt werden, können Krane ohne Turmspitze besser übereinander drehen bzw. die überdrehenden Krane können niedriger sein, das heißt weniger Turmstücke, weniger Montageaufwand.

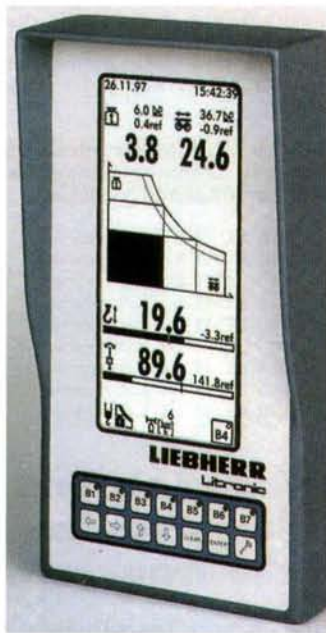
14. Modernste Technologie fürs nächste Jahrtausend

Zur bauma 1995 kam Liebherr mit seiner neuen, für die Obendreher neuentwickelten Zweigang-Hubwerks-Generation mit Litronic-Frequenz-

► **Oben ohne:** Biegebalkenausleger gab es bei Liebherr schon in den 50er Jahren, doch haben manche Bauauflagen dieser Konstruktion in jüngster Zeit zu einer Renaissance verholfen.



umrichter, einer konsequenten Weiterentwicklung des bereits bekannten Litronic-Eingang-Hubwerkes. Durch das zweigängige Getriebe können mit dem Universalgang beispielsweise maximale Lasten von 6000 kg gehoben und Geschwindigkeiten bis 132 m/min gefahren werden, im Schwerlastgang dann 10000 kg und 76 m/min. Über die Stromaufnahme des Hubmotors wird von einem Prozessor die angehängte Last berechnet und dieser die größte mögliche Hubgeschwindigkeit zugeordnet, die dann von null aus stufenlos zu erreichen ist. Die beiden elektrohydraulisch schaltbaren Getriebegänge werden vom Kranführer vorgewählt.



▲ **Leistung rauf:** Intelligente, elektronische Regelung erlaubt, die in der Stahlkonstruktion steckenden Reserven besser und trotzdem sicher auszunutzen.

Neuerungen auch im Servicebereich: Per Teleservice-Funktion ist ein Servicetechniker in der Lage, sich von seiner weitentfernten Basisstation in die elektronische Steuerung einzuwählen und sämtliche Betriebsdaten abfragen. Durch Ferndiagnose kann ein Fehler viel schneller erkannt und behoben werden.

Ausgefeilte Elektronik ist auch die Grundlage der zur bauma 1998 präsentierten Leistungssteigerung. Bei den EC-H-Litronic-Turmdrehkrane kann der Kranführer per Knopfdruck ohne Sicherheitsverlust bis zu 20 Prozent höhere Traglasten fahren. Dies ist möglich, weil die dynamischen Belastungen des Stahlbaus beim Beschleunigen oder Abbremsen der Last durch die Litronic extrem geringgehalten werden. Im Lastmomentbereich II steuert die in der Litronic integrierte Lastmomentbegrenzung über die Frequenzumrichter Hub- und Katzfahrwerk so sensibel, daß die zulässigen Grenzlasten sicher eingehalten werden.

15. Wohin geht die Reise?

Sowohl bei den untendrehenden als auch bei den obendrehenden Turmdrehkrane vollzieht sich derzeit ein Wandel, der von leistungsfähigeren Steuerungstechniken, verbunden mit stufenlosen Antriebssystemen und weiter verbesserter Transport- und Einsatzlogistik, bestimmt wird. Bei den Schnelleinsatzkrane werden die Einsatzzeiten auf den

Baustellen immer kürzer, so daß dem Aufwand für Transport und Montage das besondere Augenmerk gilt. Eine logische Konsequenz daraus könnte die verstärkte Entwicklung von Mobilbaukrane sein, also von Turmdrehkrane auf Lkw-Fahrgestell mit eigenem Antrieb.

Aber auch die größeren Bauvorhaben müssen immer schneller und rationeller abgewickelt werden, so daß vor allem bei den Obendreherkrane noch weiter gesteigerte Umschlagleistungen gefragt sein werden. Eine Folge wird sein, daß die heute noch häufig eingesetzte zentrale Steuerung zukünftig durch dezentrale Steuerungskonzepte ersetzt wird. Diese dezentralen Prozessorsteuerungen und die dezentralen Antriebe werden über Bussysteme kommunizieren und Soll- und Istwerte, Fehlermeldungen, Statusmeldungen usw. untereinander austauschen. Dazu gehören die entsprechenden busfähigen Systembausteine wie elektronische Antriebssteuerungen und Frequenzumrichter. Auch die Funkfernsteuerungen sind von dieser Entwicklung nicht ausgeschlossen. Begriffe wie Betriebsdatenerfassung, -speicherung, -kommunikation und -auswertung werden zum Alltag gehören. Der heute schon mögliche Teleservice, Kommunikation mit der Kransteuerung aus der Ferne, ist ein Beispiel dafür, daß der Computer auch vom Kran nicht mehr wegzudenken ist und Grundlage der gesamten Wartungs-, Service- und Betriebsstrategie ist. ■