

Bewerten von Modernisierungsvarianten

Erhaltungsmaßnahmen an Kranen:

In [1] wurde gezeigt, wie technische Änderungen und Verbesserungen an Kranen baugruppenweise analysiert und für den vorgesehenen Einsatzzweck bewertet werden können. Der mit Hilfe der Nutzwert-Kosten-Analyse ermittelte optimale Umfang an Modernisierungsmaßnahmen stellt in Abhängigkeit von der Bewertung der jeweiligen Kranparameter die wirtschaftlichste Lösung für den betrachteten Einsatzfall dar. So können die in Frage kommenden Modernisierungsvarianten mit den zu erwartenden Einsatzdaten eines Neukranes objektiv verglichen werden. Der folgende Beitrag beschäftigt sich ergänzend mit den Voraussetzungen für die technische Bewertung möglicher Modernisierungsvarianten. Dazu muss der für die Erhaltungsmaßnahme vorgesehene Kran vollständig bekannt sein und in seinen Einsatzdaten beurteilt werden können, um subjektive oder emotionale Argumente möglichst auszuschließen.

■ Dieter Wehner

Ziele von Erhaltungsmaßnahmen

Die Ziele für die Prüfung, Planung und Vorbereitung von technischen Änderungen und Verbesserungen an Kranen ergeben sich aus den bisherigen Einsatzerfahrungen und den möglichen neuen Umschlagaufgaben. Deshalb ist es sinnvoll, zunächst die neuen Aufgaben und die dafür erforderlichen Änderungen am Kran festzulegen. Zusätzlich können durchaus auch technische Verbesserungen als Zielstellungen aufgenommen werden, die zwar nicht zwingend erforderlich, aber doch offensichtlich vorteilhaft und nützlich sein können und als Option oder Zusatzvariante in die Betrachtung einbezogen werden sollten. Einige Möglichkeiten sind in Tafel ① zusammengestellt. Dabei kann immer davon ausgegangen werden, dass der Kostenaufwand, die Zeit für den Kranausfall und sonstige betriebliche Einschränkungen durch das gemeinsame Durchführen verschiedener Maßnahmen deutlich günstiger sind, als wenn solche Arbeiten zu unterschiedlichen Zeiten separat ausgeführt würden. Es können sehr vielfältige Varianten betrachtet werden, um den für die jeweiligen Anforderungen und Bedingungen des Kraneinsatzes günstigsten Umfang an Maßnahmen zu finden. Den vorhandenen ursprünglichen Zielsetzun-

gen für Maßnahmen an Kranen können in vielen Fällen weitere Aufgaben hinzugefügt werden, die technische oder wirtschaftliche Vorteile bringen und dabei mögliche Arbeiten umfassen, die sonst erst zu einem späteren Zeitpunkt fällig werden könnten oder die die Arbeitssicherheit erhöhen. In vielen Fällen bedarf es auch eines konkreten Anlasses für die gezielte Vorbereitung und Durchführung komplexer Maßnahmen.

Anlässe für Erhaltungsmaßnahmen

Die Anlässe für die Durchführung solcher Maßnahmen können sowohl durch den jeweiligen Kran selbst entstehen als auch allgemein durch das Unternehmen hervorgerufen werden. Kranspezifische Anlässe sind beispielsweise:

- ▶ steigende Anzahl von Kranausfällen mit gleicher oder auch unterschiedlicher Ursache und damit Unterschreitung einer geforderten Mindestverfügbarkeit
- ▶ Ablauf der Restlebensdauer des Hubwerkes (SWP)
- ▶ ständiges Ansteigen der anfallenden Instandhaltungskosten
- ▶ Unfall- und Schadensgeschehen wegen des Kranzustandes
- ▶ Erhöhung der Belastungsintensität oder Verlängerung der Lebensdauer.

Tafel ① Beispiele für Technische Ziele und Inhalte von Erhaltungsmaßnahmen an Kranen		
Lfd. Nr.	Inhalt	Erläuterung der Arbeiten
1	Instandsetzung	Wiederherstellung eines funktionssicheren Zustandes ohne technische Änderung
2	Erhöhung der Tragfähigkeit	Berechnung und Inspektion von Triebwerken und Stahltragwerk, evtl. Verstärkung und/oder Einbau neuer Komponenten
3	Änderung der Steuerung der Antriebe	Vergrößerung der Geschwindigkeiten, Einbau geregelter Antriebe, Sanftanlauf
4	Einbau geänderter Antriebskomponenten	Ersatz nicht mehr lieferbarer Bauteile, Verschleißreduzierung, Verbrauch der projektierten Lebensdauer, Erfüllung der Forderungen der FEM 9.755
5	Änderung der Steuerungsart	Einbau einer Flur- oder Funkfernsteuerung an Stelle einer Kabinensteuerung
6	Verbesserung der Kranfahreigenschaften	Einbau von verstellbaren horizontalen Führungsrollen oder Installation einer elektronisch gesteuerten Geradlaufeinrichtung
7	Erhöhung der Einstufung wegen intensiverer Einsatzbedingungen	Nachrechnung der betroffenen Bauteile, Inspektion, Restlebensdauerabschätzung
8	Nachrüstung von Zusatzkomponenten	nachträglicher Einbau von Zusatzbauteilen wie - Lastkollektivspeicher - Pendeldämpfungseinrichtung - mechanisierte Lastaufnahmemittel - Distanzierungseinrichtung u. a.
9	Änderung der Abmessungen des Kranes wegen Umsetzung	Änderung von Stützweite, Auslegerlänge, Hubhöhe, Laufradausdehnung u. dgl.
10	Verbesserung der Betriebssicherheit	nachträglicher Einbau von Sicherheitsbauteilen wie - Schalthaus oder Maschinenhaus - Redundanz-Komponenten bei erhöhtem Risikopotenzial - Erfüllung der Anforderungen nach durchgeführter Gefahrenanalyse
11	Umbau für erforderlichen Synchronbetrieb mehrerer Krane auf gleicher Kranbahn	sicheres Heben großer und sperriger Lasten durch lastunabhängigen Gleichlauf aller beteiligten Krane, Einbau einer wahlweise zentralen Steuerung
12	Nutzung des Kranes im Automatik- oder Teilautomatikbetrieb	Einbau von Zusatzbaugruppen wie - Wegerfassungssystem - Informationsverarbeitung - Speicherprogrammierbare Steuerung - Sicherheitseinrichtungen für automatisierten Kranbetrieb

welche, wann und wie?

Anlässe für technische Änderungen an einem Kran, die durch das jeweilige Unternehmen und nicht durch den Zustand oder die Ausstattung des Kranes notwendig werden, können beispielsweise sein:

- ▶ Änderung der Umschlag- und Transportaufgaben des Kranes, d. h. geänderte technische Anforderungen
- ▶ neue Sicherheitsanforderungen durch neue Gefährdungen oder geänderte Vorschriften
- ▶ Umsetzung als Gebrauchtcrane, Änderung von äußeren Abmessungen
- ▶ Erhöhung von Tragfähigkeit, Arbeitsgeschwindigkeiten oder anderen technischen Daten
- ▶ Modernisierungswunsch ohne zwingende technische Notwendigkeit
- ▶ allgemeine Kostenreduzierungs- oder Sanierungsprogramme des Unternehmens.

Da bei einem störungsfreien Kranbetrieb und der Einhaltung der vorgegebenen Betriebskosten ein Kranbetreiber nur sehr selten technische Veränderungen vornehmen wird, ist fast immer einer der genannten Anlässe Ausgangspunkt für derartige Maßnahmen. Bei guter Planung und Vorbereitung und der Einbeziehung aller Kranbauteile in die Überlegungen zur Kranmodernisierung kann mit geringem Mehraufwand für die Zukunft investiert werden. Dazu gehört auch das Prüfen aller möglichen Modernisierungsmodule [1], um zu einem optimalen Leistungsumfang zu gelangen.

Prüfen der Voraussetzungen für Erhaltungsmaßnahmen

Verschleiß

Zum Feststellen des Verschleißes und zum Bewerten aller vorhandenen Verschleißstellen sind entsprechende Messpläne erforderlich, die auch die notwendigen Angaben für die Messgeräte und Werkzeuge enthalten sollten. Die regelmäßige Durchführung und Auswertung solcher Verschleißmessungen lässt Abschätzungen für das Erreichen der Verschleißgrenzen zu, so dass dieser Aspekt in alle Betrachtungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit einbezogen werden kann. Da bei Kranen überwiegend die zustandsorientierte Instandhaltung angewendet wird, kann die VDI-Richtlinie 2888 [2] dabei sehr hilfreich sein.

Korrosion

Besonders bei im Freien arbeitenden Kranen ist die richtige Bewertung des Korrosionszustandes sowohl für das Tragwerk als auch für die Elektroanlage und die Triebwerkskomponenten sehr wichtig. Außer der Verringerung der Materialdicke tragender Teile können durch Abrostungen auch zusätzliche oder schlechtere Kerbfäl-

le entstehen, die die Dauer des noch möglichen Kranbetriebes verringern. Bei Bauteilen der Elektroanlage und auch der Triebwerke sind durch Korrosion Funktionsstörungen möglich. Da die Angaben der Sachkundigen in den Prüfberichten der wiederkehrenden Prüfungen meistens nicht ausreichend sind, ist eine qualifizierte Ermittlung des vorhandenen Zustandes notwendig, bei der auch die günstigste Form der Wiederherstellung des Korrosionsschutzes festgelegt werden kann. Sowohl die Kosten als auch der zeitliche und organisatorische Aufwand dafür können ein wichtiger Einflussfaktor auf die Durchführung erhaltender Maßnahmen an Kranen sein. Bei Korrosionsschutzarbeiten am Einsatzort spielen auch Aspekte des Umweltschutzes eine Rolle.

Veraltung

Auch die technische Veraltung eines Kranes begrenzt seine Lebensdauer und sollte deshalb bei der Prüfung der Eignung für kranerhaltende Maßnahmen ebenfalls mit berücksichtigt werden. Neben einer sicheren Funktion ist die Wirtschaftlichkeit seines weiteren Einsatzes eine messbare Größe dafür. Das Maß der Veraltung kann dabei durch modulare Modernisierung der für den speziellen Kranbetrieb wichtigsten Bauteile oder Baugruppen deutlich verbessert werden.

Ermüdung

Da Tragwerke und Triebwerke von Kranen bei der Projektierung, Konstruktion und Berechnung für die zu erwartenden Beanspruchungsgrößen und -häufigkeiten mit einer entsprechenden Einstufung bemessen werden, müssen diese Werte vor einer Entscheidung über Erhaltungsmaßnahmen überprüft werden. Dazu müssen die Häufigkeit und die Größe der bisherigen Belastungen ermittelt oder eingeschätzt und mit den bekannten Methoden der Betriebsfestigkeit mit den Ursprungsangaben verglichen werden. Mit dem so ermittelten Anteil des verbrauchten Schädigungspotenzials kann auf der Basis eventuell neuer Einsatzbedingungen eine Restnutzungsdauer ermittelt oder eingeschätzt werden [3].

Bei Hubwerken wird das mit den Methoden der FEM 9.755 bereits regelmäßig durchgeführt, bei den anderen Triebwerken und deren Bauteilen kann das in gleicher Weise geschehen. Dabei sind sehr oft bei bestimmten Triebwerkskomponenten, wie Drahtseilen, Getrieben, Drehverbindungen, Bremsen u. ä., Prüfungen und Bewertungen durch die Hersteller oder durch Sachverständige zweckmäßig.

Für das Stahltragwerk des Kranes müssen zunächst aus der statischen Berech-



1 Umgebautes Hubwerk eines Zangenkranes 10 t x 16 m



2 Teil der erneuerten Schaltanlage eines Zangenkranes 10 t x 16 m



3 Erneuerter Fahrtrieb eines Portalcranes 5 t x 35 m



4 Neuer Katzfahrtrieb eines Portalcranes

nung die betriebsfestigkeitsbestimmenden Querschnitte und Stellen bekannt sein. Für die nachträgliche Ermittlung der bisherigen Belastungshistorie und deren Genauigkeit ist das Vorhandensein eines Lastkollektivzählers sehr hilfreich, andernfalls müssen die bisherigen Beanspruchungen realistisch eingeschätzt werden. Aus diesen Angaben kann die Größe des in der EN 13001 [4] definierten Spannungsverlaufsparmeters s mit den von Warkenthin in [5] enthaltenen Vereinfachungen für diesen Zeitraum bestimmt werden. Dieser Wert lässt sich mit dem Wert s der ursprünglichen Einstufung – in [5] sind diese Angaben auch für die Berechnungsnormen DIN 15018 und FEM 1.001 enthalten – vergleichen, so dass mit der zukünftig zu erwartenden Beanspruchung eine Restnutzungsdauer als Voraussetzung für kranerhaltende Maßnahmen ermittelt werden kann. Solche Abschätzungen erfordern aber wegen der Vielzahl der die Ungenauigkeit beeinflussenden Faktoren ergänzende Inspektionen des Tragwerkes.

Beispiele für Kranmodernisierungen

Von den in jüngster Zeit ausgeführten Modernisierungsmaßnahmen an Kranen seien einige Beispiele aufgeführt:

► Durch den Einsatz eines leichteren Lastaufnahmemittels konnte die Hubgeschwindigkeit eines Zangenkranes 10 t x 16 m ohne Vergrößerung der installierten Leistung des Hubwerkes verdoppelt werden. Nach positivem Ergebnis der Überprüfung der Voraussetzungen für diesen Umbau wurde das Hubwerk mit neuen Antriebsselementen ausgerüstet und die gesamte Elektro-



5 Ansicht des für vergrößerte Drehgeschwindigkeit erneuerten Drehwerk-antriebes eines Portaldrehkranes für Greiferbetrieb
(Bilder: KSR, NL Ost)

anlage erneuert. Dabei erhielten auch die Kran- und Katzfahrtriebe eine Frequenzrichtersteuerung, so dass der gesamte Kran jetzt mit geregelten Antrieben ausgerüstet ist. Auf den Bildern 1 und 2 sind das umgebaute Hubwerk und die neue Schaltanlage dieses Brückenkranes zu sehen.

► Bei zwei über 30 Jahre alten Portalkranen in Einträger-Fachwerkbauweise, die im Schrottschlag arbeiten, wurde wegen beendeter Liefermöglichkeit der ursprünglichen Fahrwerksgetriebe ein konstruktiver Umbau der Fahrwerke notwendig. Nach technischer und wirtschaftlicher Prüfung aller Aspekte wurde ein neues Fahrwerk mit Frequenzrichtersteuerung (Bild 3) projektiert und eingebaut. Am zweiten Kran dieser Bauart wurde auch der Katzfahrtrieb (Bild 4) sowie die gesamte Elektro-schaltanlage, die sich am Brückenträger befindet, erneuert.

► Ein Einfachlenkerportaldrehkran für Greiferbetrieb (Baujahr 1984), der als Gebrauchtcrane an einen anderen Betreiber verkauft wurde und einen verunfallten Kran ersetzen sollte, musste demontiert, umgebaut, transportiert und an seinem neuen Einsatzort wieder aufgebaut werden. Nach der Prüfung und Inspektion aller Bauteile und Komponenten des Gebrauchtcranes wurde die geforderte Erhöhung der Umschlagleistung durch die Geschwindigkeits- und Leistungsvergrößerung von Drehwerk und Auslegereinziehwerk projektiert und ausgeführt. Installiert wurde eine komplett neue Schaltanlage mit einer Frequenzrichtersteuerung für alle Antriebe (Bild 5). Auch das Portal musste der vorhandenen Kranbahn des neuen Betreibers angepasst werden, so dass die Spurweite von 6,00 m auf 8,75 m und eine Portalstütze um 1,58 m zu vergrößern waren.

Resümee und Ausblick

Zwischen den Entscheidungen „Erhaltung um jeden Preis“ oder „Erneuerung durch eine Neuinvestition“ oder einer der vielen dazwischen liegenden Möglichkeiten, die mancher Kranbetreiber in der Praxis häufig nach subjektiven Einschätzungen und eigenen Erfahrungen favorisiert, sollten die maßgebenden Faktoren für die optimale Variante sowohl nach den beschriebenen technischen Kriterien als auch nach den in [1] zusammengestellten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ermittelt werden. Wenn auf diese Weise die genannten Voraussetzungen für die vorgesehenen Einsatzkriterien erfüllt sind, eine qualifizierte Kraninspektion diese Einschätzungen bestätigt und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung den zweckmäßigsten Modernisierungsumfang angibt, können solche Maßnahmen zur Erhaltung von Kranen dem jeweiligen Unternehmen große wirtschaftliche und technische Vorteile bringen. □

Literatur

- [1] *Wehner, D.*: Erhaltungsmaßnahmen an Kranen. Auswahl nach Bewertungssystem. Hebezeuge und Fördermittel, Berlin 45 (2005) 5, S. 236-239.
- [2] VDI-Richtlinie 2888 (12/99): Zustandsorientierte Instandhaltung.
- [3] *Wehner, D.*: Über die projektierte Lebensdauer hinaus nutzen. f+h, Mainz, 56 (2006) 1-2, S. 40-42.
- [4] EN 13001 Kransicherheit.
- [5] *Warkenthin, W.*: Tragwerke der Förder-technik 1. Wiesbaden: Vieweg-Verlag 1999.

Dr.-Ing. Dieter Wehner
ist Kransachverständiger
in Langenhagen

