

Rein sensorisch gesteuert

Zweitträger-Brückenkran zu bogenläufigem Kran umgebaut



Fotos: Luenserplan

Reinhold Lünser

Die Modernisierung von Kranen und Hebezeugen ist immer dann angesagt, wenn diese ihre Leistung aufgrund von zum Beispiel veralteter Technik nicht mehr erfüllen können, die Sicherheit der Mitarbeiter gefährdet ist oder Aufwand und Kosten für Service und Wartung in einem nicht mehr akzeptablen Verhältnis zueinander stehen. Im vorliegenden Fall war der Grund, sich mit der Technik des neu installierten Krans zu beschäftigen, jedoch ein anderer. Aufgrund des unbefriedigenden Laufverhaltens wurde der 20-Tonnen-Brückenkran zu einem rein sensorisch gesteuerten, bogenläufigen Kran umgebaut.

Im Jahr 2008 errichtete die Blumenbecker Industrieservice GmbH, Niederlassung Hamburg, im Auftrag des Generalunternehmers der neuen Versuchsgebäude für das Petra-III-Experiment der Desy, die Ed. Züblin AG, u. a. in der Experimentierhalle 47c eine 20-Tonnen-Laufkrananlage. Die Spurweite des Zweitträger-Brückenlaufkrans beträgt 24 900 mm, der Hakenweg max. 6,5 m. Das Eigengewicht des Krans beläuft sich auf ca. 19,8 Tonnen, das der Katze auf 2,8 Tonnen. Der Kran verkehrt in einer 280 m langen und ca. 26 m breiten Halle, die Teil des Petra-Teilchenbeschleuniger-Rings ist und

in einem Bogen mit einem Radius von ca. 250 m liegt. Die Halle, mit seitlichem Büroanbau, ist in Stahlbeton-Fertigteilbauweise errichtet; die Kranbahnträger aus HEB 400-Profilen mit einer aufgeschweißten Blockschiene 70 × 70 mm sind polygonzugartig in die Halle eingebaut. Vorrangige Aufgabe des Krans ist der Aufbau der Abschirmung des Beschleunigerrings, die aus Betonbauteilen von bis zu 20 Tonnen Gewicht besteht. Angetrieben wird der Kran auf der Innenbahn von zwei 1,5-kW-Motoren mit 120 Ohm Bremswiderstand, auf der Außenbahn von zwei 4-kW-Motoren mit je 27 Ohm Bremswiderstand. Bedient wird der Kran mithilfe einer Funkfernsteuerung.

Die relativ geringe Krümmung der Halle sollte über eine Steuerung der unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten der Antriebsmotoren des Krans bewältigt werden. Dazu sind an allen vier (spurkranzlosen) Rädern US-Abstandssensoren installiert, die im Verbund mit den die Fahrposition bestimmenden Barcodelesern über eine Siemens-SPS die jeweils erforderlichen Antriebsgeschwindigkeiten des inneren Antriebs in Relation zum äußeren Antrieb korrigieren. Allerdings stellte sich die so erzeugte Bogenläufigkeit des Krans als unbefriedigend heraus. Vor allem bei großen Hublasten erzeugte der Kran im Fahrbetrieb unakzeptabel starke Erschütterungen.

Verschiedene Maßnahmen, z. B. der Einbau größerer Bremswiderstände, führten zu keiner Verbesserung der Situation. Um den weiteren Aufbau des Petra-III-Experiments nicht zu gefährden, war ein Umbau des Krans unumgänglich. Unglücklicherweise ist die Kranbahn nicht im Bogen, sondern aus Kostengründen polygonzugartig in die Halle eingebaut, sodass eine Lenkung mit Drehschemeln und Spurkranz-Laufrädern grundsätzlich ausschied. Zudem gehen beide Enden der Halle tangential in Geraden über, sodass der Kran sowohl in der Geraden als auch im Bogen betriebssicher seinen Dienst verrichten muss. Aus diesem Grund schied auch fest auf den Bogenradius eingestellte Laufräder aus. Als Besprechungen mit Bauherrn, ausführender Firma, Kransachverständigen etc., ausfüh-



Dipl.-Ing. R. Lünser ist Beratender Ingenieur für Bauwesen im Büro Luenserplan Engineering, Hamburg



Der Autor beschreibt auf Basis des Betreibernutzens wie unter Ausnutzung dessen, was vorhanden ist, das Laufverhalten eines Brückenkrans verbessert wurde.

liche Literatur- und Internetrecherchen sowie Beratungen durch renommierte Förder-technik-Büros zu nichts Greifbarem führten, erhielt der Verfasser den Auftrag zur Entwicklung und Konstruktion einer Kranlenkung, die nach dem Kenntnisstand aller Beteiligten bislang ohne Vorbild ist.

Grundidee

Die Prämisse der Entwicklung war, unter Verwendung möglichst vieler Bauteile des Krans und der Kransteuerung in den Brückenlaufkran eine motorische Kranlenkung einzubauen, die mit den vorhandenen Steuerungselementen betrieben werden sollte.

Der Kran sollte dazu nicht demontiert und die Einbauzeit für die Kranlenkung so kurz wie möglich sein, weil die Montage der Petra-Versuchsanordnungen zwar mit starken Einschränkungen hinsichtlich Hublasten und Bedienung, jedoch nicht vollständig unterbrochen werden durfte. Daraus ergab sich folgende Vorgehensweise: Umbau der festen Radblöcke zu Einachs-Drehgestellen, Einbau motorischer Lenkvorrichtungen und Anpassung der vorhandenen Steuerung.

Einachs-Drehgestelle

Die vorhandenen, spurkranzlosen Demag-Radblöcke vom Typ DRS 315 wurden inkl. der Antriebe zur weiteren Verwendung demontiert. Anschließend entfernte man die Radblockhalter und die Führungsrollen. Danach wurden die Kopfträger-Stirnplatten um ca. 750 mm nach oben bis zur Oberkante der Kranbrückenträger verlängert und durch Stege und Gurte mit dem Kran verschweißt. An diese Kopfträger ließen sich nun 750 mm hohe Achshalter anschrauben. Die dort mithilfe von Deva-Gleitlagern eingesetzten Einachs-Drehgestelle (Bild 1) bestehen primär aus einer Drehachse mit einem Außendurchmesser von 140 mm, an der zur Aufnahme der Radblöcke eine Stirnplatte angeschweißt ist. Im Inneren der als Hohlwelle ausgebildeten Drehachse ist auf

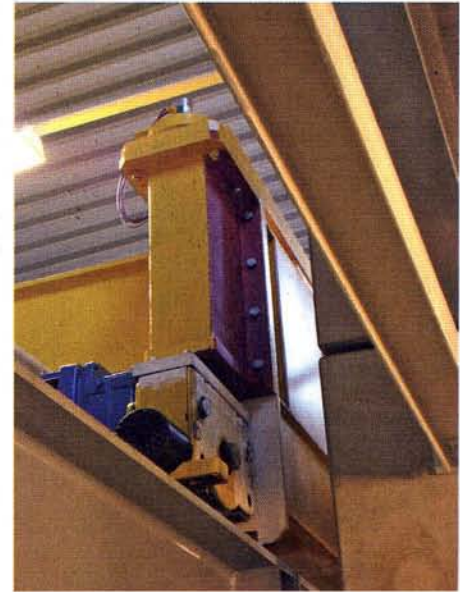


Bild 1: Links zu sehen das Einachs-Drehgestell mit US-Sensoren und Barcodeslern und rechts ein Blick von außen auf das Einachs-Drehgestell (oben der Drehgeber zu erkennen)

den Radblöcken ein Messstab angeschraubt, über den sich mit einem über den Achshaltern angeordneten Drehgeber die tatsächlichen Lenkwinkel messen lassen. Die Torsionsverformung der Lenkachse hätte ansonsten die Steuerung negativ beeinflusst und zu einer Schlingerfahrt des Krans geführt. Aus diesem Grund ist auch die Auflagerung der vertikalen Radlasten an der Oberseite der Achshalter angeordnet worden, um die Lenkwelle so steif wie möglich auszuführen.

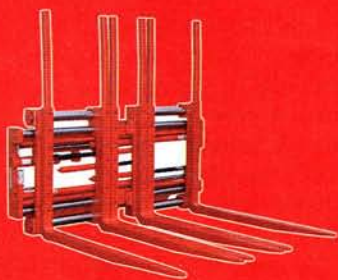
Lenkantriebe

Zuerst war angedacht, die Lenkung der Einachs-Drehgestelle über hoch untersetzte Schnecken- oder Stirnradtriebmotoren zu bewerkstelligen. Jedoch stellte sich schnell heraus, dass, bedingt durch die extrem geringen Lenkeinschläge von max. 26,4 Bogenminuten auf der Außenbahn und 28,8 Bogenminuten auf der Innenbahn, der zu erwartende Schlupf in den Antrieben zu hoch war und zu einer ständig zu korri-

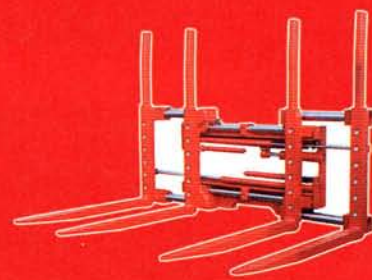
gierenden Schlingerfahrt des Krans geführt hätte. So musste auf die ursprüngliche Idee mit Lenkhebeln (Bild 2) zurückgegriffen werden. Die ca. 2 m langen Lenkhebel mit den Querschnittsabmessungen 160 x 100 mm sind aus 20 und 30 mm starken Blechen zusammengeschweißt. Den Anschluss an die Drehachsen bilden entsprechende Spannbuchsen, um alle Möglichkeiten in der Justierung der Lenkwinkel der Einachsgestelle zu haben. Die verschiebbare Auflagerung an den justierbaren, mittig zwischen den Kranbrücken-trägern über den Kopfträgern eingebauten Geräteträgern geschieht mit Inox-Rollen der Firma Winkel. Als Lenkantriebe dienen Elektrozyylinder CMS71L mit spielfreien Planetenrollengewindetrieben des Unternehmens SEW-Eurodrive, die die Räder eines Kopfträgers gemeinsam anlenken (Bild 3). Der Verzicht auf eine schwächere Auslegung der Elektrozyylinder zahlte sich im Weiteren aus, als sie auch unter Prüflasten mit fast 20 Tonnen Radlasten ihre Arbeit präzise und ohne erkennbaren Kraftaufwand aus-



Volltreffer: Die neue Generation F Mehrfachpalettengabeln



- 1:0 Geringste Lebensdauerkosten
- 2:0 Neues Autoschmier-System
- 3:0 Wartungsfreundlich und serviceoptimiert
- 4:0 Energieeffizient
- 5:0 Sauberes Handling
- 6:0 Optimale Sicht



Hans H. Meyer GmbH · Gittertor 14 · D-38259 Salzgitter · Tel +49 - (0) 5341 803-0 · Fax +49 - (0) 5341 803-195
<http://www.meyer-world.com> · info@meyer-sz.de



Weitere Informationen www.vfv1.de/#17944580

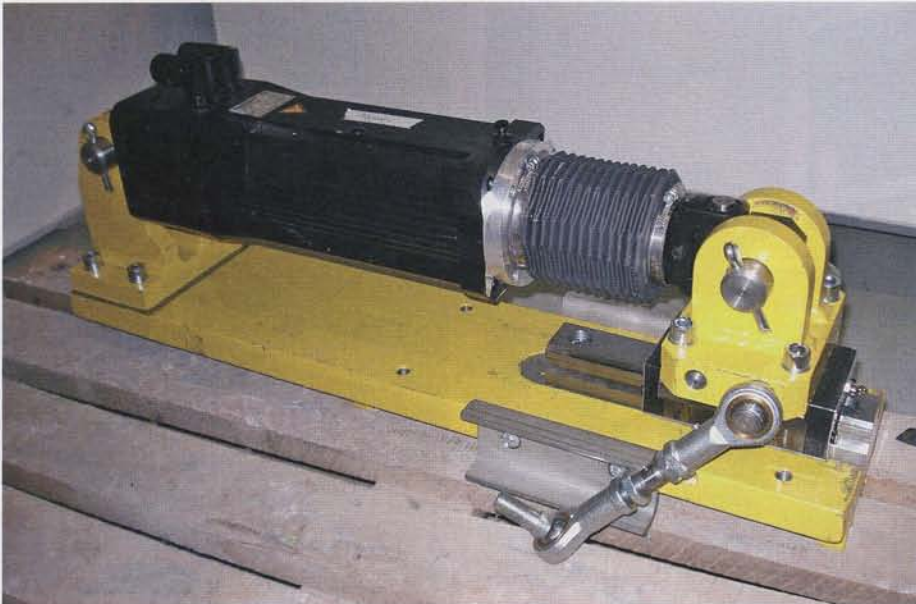


Bild 2: Lenkantrieb vor dem Einbau in den Kran

führen. Der Geräteträger ist auf einem Querriegel RR 180 × 100 × 10 montiert, der zwischen den Kastenhauptträgern eingeschweißt ist. Die komplette Konstruktion ist darauf ausgelegt, den Schlupf in den Lenkantrieben auf schließlich 18 Prozent des maximalen Lenkwinkels zu reduzieren.

Steuerung

Die Steuerung wurde von der E.-S.-A. Technik GmbH entwickelt und mit Unterstützung des Kranbauunternehmens Blumenbecker optimiert. Die vorhandene Lenksteuerung wurde mit leistungsfähigeren Rechnern ausgestattet und so geändert, dass die Drehzahl der Antriebsmotoren von den Lenkeinschlägen abhängt. Darüber hinaus galt es, für das unterschiedliche Anlaufverhalten der voneinander abweichenden Fahrtriebe eine Lösung zu finden. Durch das unterschiedliche Anlaufverhalten fuhr der Kran bei dem z. T. praktizierten Tipbetrieb immer wieder in die Absturzrisikozone.

Die vorhandenen Sensoren des Krans (jeweils redundant angeordnete Barcodeleser

zur Ortsbestimmung des Krans und Ultraschall-Abstandsmessgeräte an jedem Rad) ließen sich ohne Änderung weiter verwenden. Die Polygonform der Kranschienen, zu denen der Abstand gemessen wurde, ist mathematisch in der SPS hinterlegt und wird so rechnerisch auf die theoretische Bogenform korrigiert.

Zur Regelung der motorischen Lenkung sind über den Lenkachsen Drehwinkelgeber montiert, die die im Stellantrieb integrierten SSI-Geber ansteuern.

Aufgabe der Steuerung ist es, den Kran parallel auf einer idealen, theoretischen Spur zu halten. Zur Regelung der Parallelität und der Spureinhaltung wird dabei die Lenkbewegung verwendet. Bei Einfahrt in den und Ausfahrt aus dem Bogen wird auf die theoretischen Lenkwinkel eingelenkt, die Übergänge sind durch Klothoiden beschrieben. Die Ist-Position wird direkt von den Drehwinkelgebern an den Servoregler der Stellantriebe übergeben und durch Lageregelung sichergestellt. Dies geschieht in der Umrichtersoftware mithilfe einer Bus-Positionierung, die als Standard-Applikation in der SEW-Eurodrive-Umrichterbaureihe

enthalten ist. Die Information, wann auf welchen Winkel und mit welcher Geschwindigkeit eingelenkt wird, geschieht per Profibus-Anwendung zwischen SPS (Master) und dem Umrichter in Abhängigkeit von der Absolutposition auf der Kranbahn (Außenbahn als Master) und der zurzeit gefahrenen Geschwindigkeit. Hierdurch lassen sich Lenkbewegungen bei Stillstand vermeiden und die Lenkkräfte auf ein Minimum reduzieren.

Die Ist-Position an der Bogenaußenseite übernimmt eine Zeigerfunktion und überträgt die Messwerte, die mithilfe von Lasermessung und Codestreifen erfasst werden, an das Automatisierungsgerät, wo sie mit der in einem Array abgelegten Soll-Position im Raster von 50 mm verglichen wird. Als Master wurde die Außenbahn der Kranbahn gewählt, damit die maximale Kranfahrgeschwindigkeit von 40 m/min nicht überschritten wird. Zeitnah werden die Abstände zu den Laufschiene an allen vier Eckpunkten des Krans gemessen und mit den Werten im Array verglichen. Kommt es zu einer Abweichung, wird der Lenkwinkel je nach Richtung der Abweichung erhöht oder verringert, wobei gleichzeitig die Drehzahl des Antriebs auf der Innenseite angepasst wird. Läuft der Kran korrekt in seiner Spur, lässt sich die Parallelität korrigieren, wenn diese vom Soll-Wert abweicht. Dies geschieht auf die gleiche Art und Weise, wobei die Spurregelung Vorrang hat, um ein Anlaufen in die Absturzrisikozone zu vermeiden. Bei Ausfall eines der drei Sensorsysteme findet eine unmittelbare Abschaltung des Gesamtsystems statt. Fehlermeldungen werden auf dem Operator-Terminal im Schaltschrank angezeigt.

Inbetriebnahme

Die Umbauarbeiten wurden von der Firma Blumenbecker wie geplant innerhalb von nur sieben Tagen durchgeführt. Die Justierung der Radblöcke geschah mit der speziell dafür entwickelten Laserstrahl-Ausrichttechnik des Unternehmens Demag Cranes & Components. Bei der Steuerung wollte man sich ursprünglich die Interaktion zwischen Lenkeinschlag und Fahrgeschwindigkeit sparen, das führte jedoch zu mehrfachen Kollisionen der Absturzrisikozonen (Ausschnitte in den Kopfträger-Stirnplatten) mit den Schienen, sodass diese Absicht verworfen werden musste. Die TÜV-Abnahme fand am 22. Dezember 2008 statt und dauerte sieben Stunden; Einstellarbeiten an der Steuerung erstreckten sich bis in den Januar 2009, was vor allem an der Anpassung der ideellen Fahrspur an die Ist-Lage der Kranbahnschienen lag. Jedoch schon vorher war die Laufruhe des umgebauten Krans bemerkenswert. Der Kran läuft seither störungsfrei.



Bild 3: Umgebauter Kopfträger Außenbahn mit Lenkantrieb

www.luenserplan.de