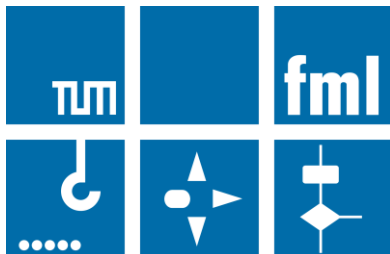


22. Internationale Kranfachtagung 2014
„Krane in Materialflusstechnik und Logistik“

TEP – der Turmdrehkran-Einsatzplaner
Die Anforderungen der Praxis

Dipl.-Ing. Thorsten Frenz
Akad. Dir. Stephan Kessler
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner



Thorsten Frenz (Referent)

fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Technische Universität München

Boltzmannstraße 15

85748 Garching bei München

4D-gestützte digitale Einsatzplanung von Baukranen

Projektierern, Verleihern und Nutzern ermöglicht der Turmdrehkran-Einsatzplaner - kurz TEP - zukünftig schnell und intuitiv die ganzheitliche Beplanung umschlagsstarker Baustellen mit Turmdrehkranen. Das am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München in enger Zusammenarbeit mit Kranherstellern und -betreibern entwickelte Planungswerkzeug vereinfacht und optimiert Baukranprojektierungen sowohl aus finanzieller als auch rein bauablaufbezogener Sicht. Nach nur wenigen Klicks liefert das innovative technische Hilfsmittel bereits detaillierte Ergebnisse und gestattet einen umfassenden Überblick hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von Baukraneinsätzen. Auf Basis materialflussgerechter Betrachtungen und der räumlichen Anordnung von Turmdrehkranen im Rahmen von Großbaustellen, ermöglicht der TEP eine durchgängige Projektierung über alle Zeiträume hinweg. Neben dem reibungslosen Ablauf aller Prozesse formulieren sich die durch den TEP zu erreichenden Planungsziele insbesondere in der optimalen Auslastung sämtlicher im Zuge der Kraneinsätze verwendeten Ressourcen sowie der Vermeidung unnötiger Kosten aus Fehlprojektierungen und der Minimierung des finanziellen Anteils der Krantransporte (vgl. Bild 1).

Das datenbankbasierte Werkzeug wurde nach modernsten Gesichtspunkten durch ein erfahrenes Team von Softwareentwicklern umgesetzt. Der Fokus lag hierbei vorrangig auf einfacher Integration des Systems beim Kunden, Nutzerfreundlichkeit und intuitivem Arbeiten sowie bestmöglicher Performance und Laufstabilität. Zukunftsweisende Softwaretechnologien, das Know-how der einzelnen Projektpartner und die Berücksichtigung ihrer individuellen Anforderungen an ein entsprechendes Planungswerkzeug, ließen schlussendlich eine umfassende und innovative Anwendung für die Praxis entstehen, die nun erstmalig zum Einsatz kommt.

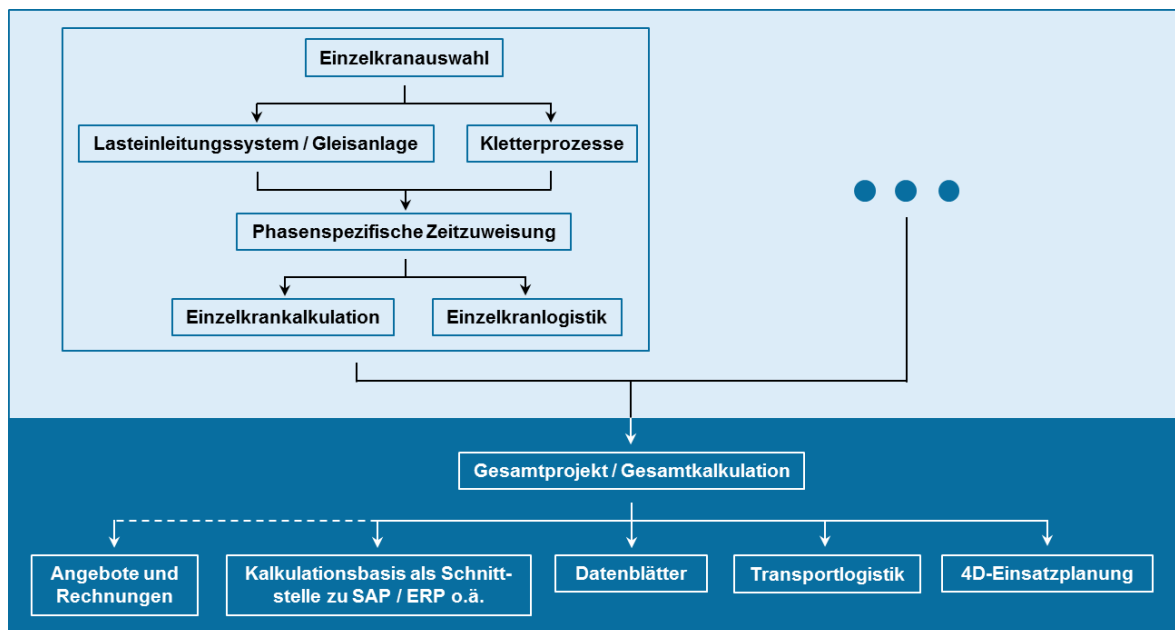


Bild 1: Durch den TEP unterstützte Prozesse bei der Baukranprojektierung

Turmdrehkrane: Ihre aufgabenbezogene Auswahl und Konfiguration

Grundlage der TEP-basierten Kraneinsatzplanung ist das Projekt. Eine gleichzeitige Bearbeitung verschiedener Planungen durch mehrere Benutzer wird vom mehrsprachig aufgebauten System unterstützt. Hinsichtlich der Anzahl integrierter Krane und der Komplexität ihrer jeweiligen Konfiguration besitzen mittels des TEPs erstellte Projekte keine Grenzen. Je nach Bedarf können Planungen zur weiteren Bearbeitung vorgehalten, archiviert oder vollständig aufgehoben werden. Ähnlich bekannter namhafter Softwareapplikationen unterstützt auch der TEP den Anwender beim Auffinden eines bereits erstellten und abgelegten Projekts: Neben einer sortierbaren Liste weist das Werkzeug zusätzlich die zuletzt bearbeiteten Planungen gesondert aus. Abgesehen von der eigentlichen Bezeichnung sowie dem Erstellungs- und aktuellen Änderungsdatum eines Projekts, werden auch die hierfür verantwortlichen Benutzer ausgewiesen – im Falle der Modifizierung einer hinterlegten Planung durch einen Anwender übernimmt der TEP beim Speichern automatisch dessen Nutzernamen.

Jedes vom Bediener selektierte zu bearbeitende Projekt wird innerhalb eines eigenen Reiters dargestellt, wodurch sowohl die Übersichtlichkeit als auch die Möglichkeit zum Springen zwischen den einzelnen aktiven Planungen gewahrt bleiben. Der eigentliche Projektreiter ist in zwei Bereiche aufgeteilt – sein linker Abschnitt listet alle aktuell zugewiesenen Krane in Form einer gegliederten Baumstruktur, das rechte Feld zeigt detailliert den jeweils im Projektbaum selektierten Planungsinhalt. Der TEP bietet die Option zur individuellen Aktivierung bzw. Deaktivierung der einzelnen Krane eines Projekts. Auf diese Weise besitzt der Anwender die Möglichkeit zur Variation einer Planung durch Abbildung unterschiedlicher Krankonstellationen und -konfigurationen. Verschiedenste Szenarien lassen sich somit effizient darstellen und modifizieren. Die Unterebenen des Projektbaums entsprechen den Zeitphasen eines Krans bzw. im Falle eines fahrbaren Unterbaus denen seiner Gleisanlage und spiegeln somit die jeweiligen Aufbauzustände wider.

Aus Gründen der Identifizierung von Zeiträumen eines Bauvorhabens, in welchen sich rein aus Betrachtung der Konstellation und Konfiguration eingesetzter Turmdrehkrane keine Änderungen ergeben, unterteilt das Planungswerkzeug auf Ebene der Einzelkrane in Zeitphasen und auf Projektebene in Zeitschnitte. Eine Kranphase wird durch die Zeitpunkte begrenzt, während denen der Kran an sich bzw. ggf. seine Gleisanlage keine Änderungen erfährt. Sobald jedoch ein Kran beispielsweise außerhalb eines Gebäudes klettert und sich somit seine Turmzusammensetzung wandelt oder eine bestehende Gleisanlage ausgebaut wird, beginnt ein weiterer Abschnitt. Demzufolge besitzt jeder Kran mindestens eine Zeitphase, bestimmt durch die Zeitpunkte seines Auf- sowie Abbaus. Um jedoch die Zeiträume zu ermitteln, in denen sich während eines Bauvorhabens ganzheitlich betrachtet keine Änderungen in Bezug auf die Turmdrehkrane einstellen, ist eine Verschneidung ihrer zueinander parallel ablaufenden Zeitphasen bzw. von deren begrenzenden Zeitpunkten erforderlich. Die hieraus resultierenden Zeitschnitte entsprechen den Abschnitten des jeweiligen Bauvorhabens, während deren die Aufbauzustände der Turmdrehkrane keine Wandlung erfahren. Je nach Art der Änderung ist bei einem identifizierten Zeitschnitt bzgl. Montage und Demontage zu unterscheiden, ggf. umfasst er beide Zustände und muss dementsprechend unterteilt werden (vgl. Bild 2).

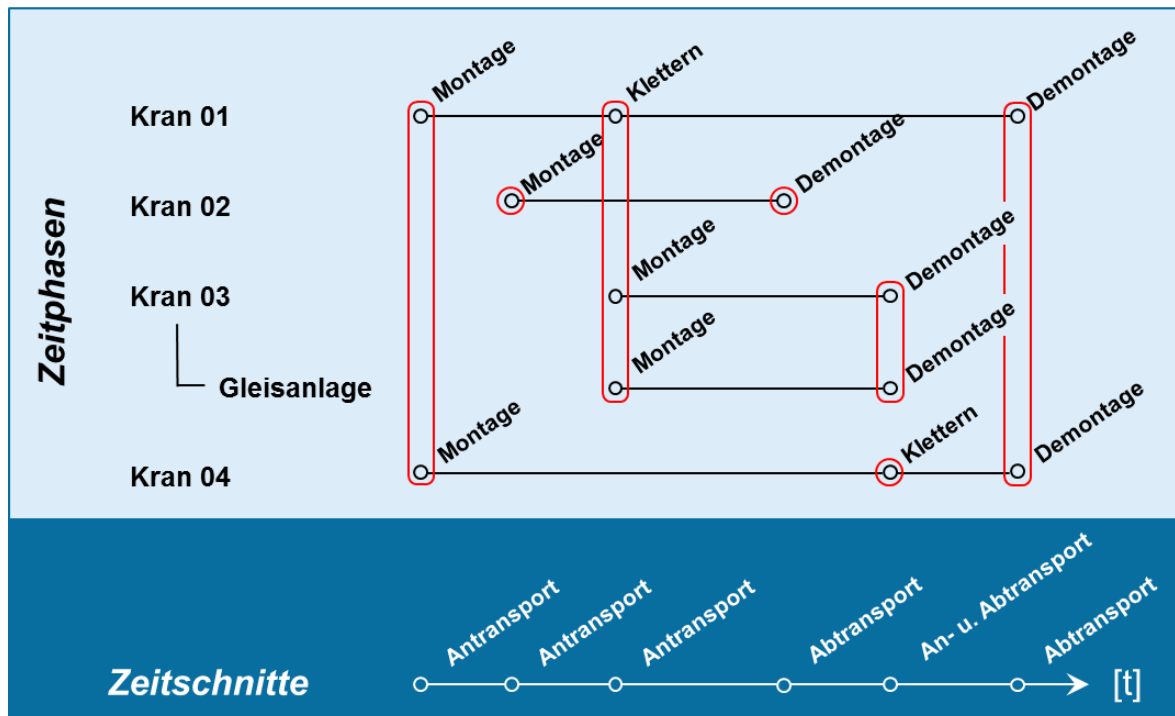


Bild 2: Zeitbezogene Gliederung von Baukranplanungen

Durch nutzerfreundliche Interaktion mit dem TEP fügt der Bediener einem Projekt Krane hinzu, modifiziert oder entfernt sie wieder. Gleiches gilt auch für die Bearbeitung möglicher Gleisanlagen sowie der einzelnen Zeitphasen und somit zeitbezogenen Aufbauzustände. Zur Integration eines zusätzlichen Krans in ein Projekt, legt der Anwender dessen planungsinterne Bezeichnung sowie den vorgesehenen Aufstellzeitraum mittels eines im TEP eingebundenen Kalendermoduls fest und wählt daraufhin die für ihn geeignete Konfiguration aus einem Pool der zur Verfügung stehenden Krantypen. Hierbei wird er systemseitig durch eine umfangreiche Suchfunktion unterstützt, die es ihm ermöglicht, speziell für den individuellen Anwendungsfall bzw. für die Erfüllung einer bestimmten Hubaufgabe geeignete Turmdrehkrane zu identifizieren und dementsprechend die resultierenden Suchergebnisse einzuschränken. Die integrierte Logik der Suchfunktion sorgt für eine Begrenzung der für den Benutzer relevanten Suchinhalte, sich gegenseitig ausschließende Vorgaben werden bereits im Vorfeld unterbunden. Das System führt somit den Anwender und verhindert ergebnislose Suchläufe, Sackgassen während des Aufbaus der Suchanfrage werden TEP-seitig erkannt und der Bediener entsprechend umgeleitet.

Die Differenzierung der Suchvorgaben basiert sowohl auf der Bauart des auszuwählenden Krans als auch dem gewünschten Hersteller und dem eigentlichen Krantyp. Insbesondere berücksichtigt die Suche neben der geforderten Auslegerlänge auch die zulässige Traglast bei maximaler und minimaler Ausladung sowie ggf. die nutzerseitige Vorgabe definierter Traglastwerte bei Teilausladung. Insofern relevant, weisen die Suchergebnisse zusätzlich das Fabrikationsjahr sowie den Typ des Hubwerks und der Drehbühne samt ihrer Anschlussturmsysteme aus. Gegebenenfalls berücksichtigt der TEP auch mögliche Varianten der Katze-Flasche-Haken-Kombinationen, Gegenballastzusammensetzungen und -radien im Falle von Untendrehern.

Neben der Auswahl des eigentlichen Oberkrans bzw. drehenden Krananteils erfolgt die

Einbindung eines Krans in ein Projekt auch durch dessen Unterbau. Zur Einschränkung der Suchergebnisse trifft der TEP die grundsätzliche Unterscheidung zwischen fahrbaren und stationären Unterbauten sowie Fundamentankern. Zudem bietet er dem Bediener die Möglichkeit zur Auswahl eines Herstellers sowie des Turmsystems für den Turmanschluss. Im Rahmen der ausgewiesenen Ergebnisse differenziert das System zusätzlich hinsichtlich der Ausführung der Unterbaubasis, ihrer Aufstandsmaße bzw. Spurweite und der jeweiligen Stützelemente bzw. Fahrschemel.

Nach Auswahl von Oberkran und Unterbau folgt die Definition der Turmzusammensetzung der Grundkonfiguration des Einzelkrans samt etwaigem Zubehör, sprich die Hinterlegung seines Grundaufbaus zum eigentlichen Beginn des Aufstellzeitraums. Das Planungswerkzeug achtet bei Änderungen am Turmgefüge auf das korrekte Paaren der Turmsysteme integrierter Komponenten. Dementsprechend begrenzt der TEP die zur Auswahl stehenden Bauteile und führt den Benutzer, wodurch eine ungültige Turmzusammensetzung im Vorfeld ausgeschlossen bzw. kenntlich gemacht wird.

Ferner ermöglicht der TEP bei Fundamentankern die Zuweisung von Fundamentlasten und im Falle aller restlichen Unterbauarten der resultierenden Eckdrücke sowie der erforderlichen Zentralballastierung in Abhängigkeit ihrer Blockzusammensetzung. Stationäre Unterbauten gestatten die Auswahl von Lasteinleitungssystemen, d.h. individuellen Zusammensetzungen an Schwellen zur Gewährleistung des Nichtüberschreitens der zulässigen, über die Stützelemente in den Untergrund eingeleiteten Aufstandskräfte und somit der Standsicherheit des Krans. Fahrbare Unterbauten erlauben die Erstellung einer Gleisanlage. Das hierfür auszuwählende Gleissystem beschreibt den Typ der verwendeten Schienen und Schwellen sowie deren Verlegeart und den maximal zulässigen Verlegeabstand. Zudem hält das System auch die zulässigen Kennwerte wie beispielsweise Bodenpressung vor.

Gegebenenfalls sind daraufhin für die ausgewählte Krankonfiguration Klettervorgänge unter Erstellung zusätzlicher Zeitphasen und Integration hinzukommender Turmelemente sowie weiteres Zubehör zu definieren (vgl. Bild 3). Der TEP unterscheidet zwischen den Prozessen des Innen- bzw. Stockwerkskletterns und des Außen- bzw. Gebäudekletterns. Neben der Auswahl geeigneter Klettereinrichtungen unterstützt das System auch bei der Festlegung von Gebäudeabspannungen bzw. -verankerungen. Der Benutzer ist in der Lage, die Abspannsegmente entsprechend der individuellen Randbedingungen frei zu wählen und zu kombinieren. Anlog zur Umsetzung von Kletterphasen erfolgt der Ausbau einer etwaigen Gleisanlage: Im gleichen Sinne werden zusätzliche Gleisbauphasen angelegt und weitere Gleisabschnitte konfiguriert.

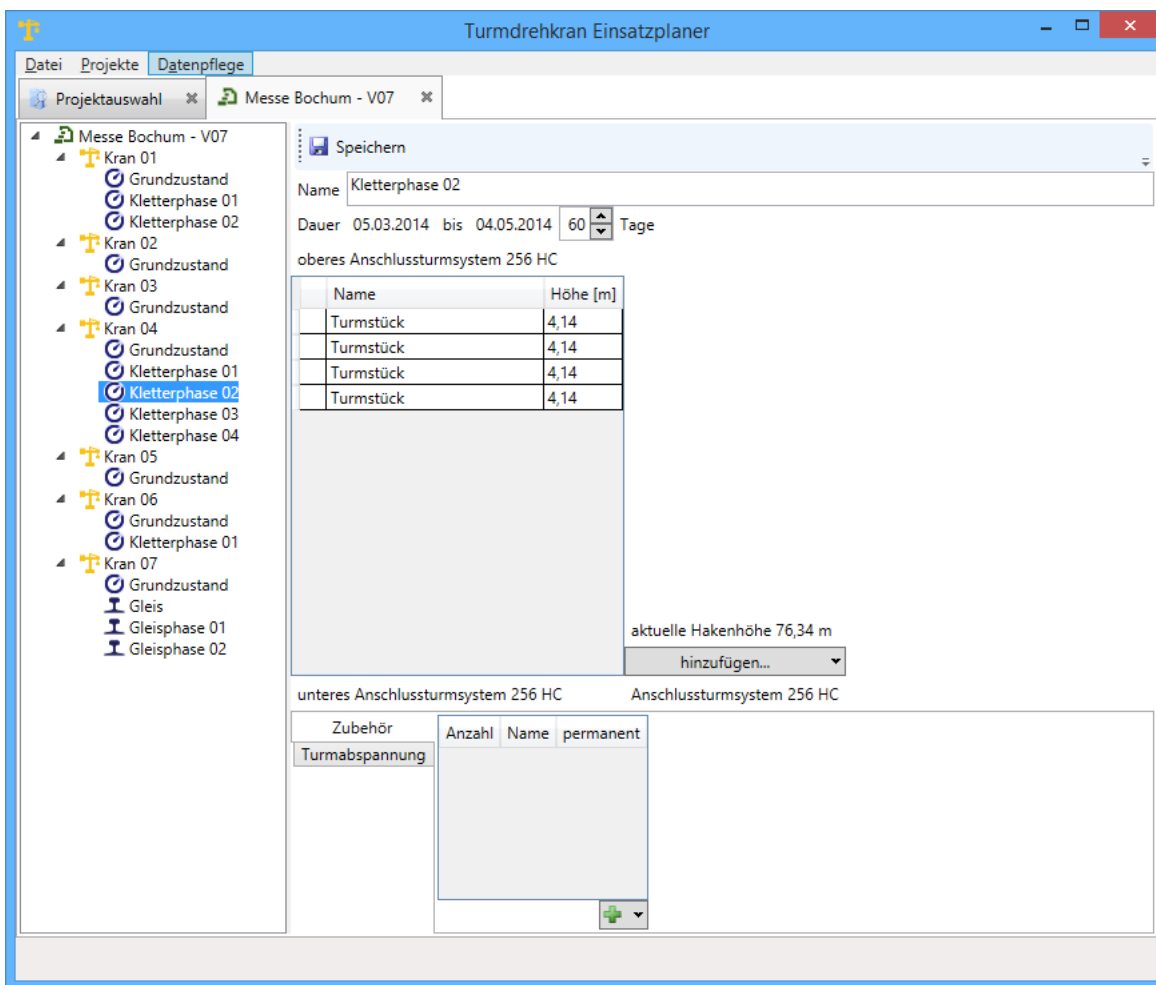


Bild 3: Baukrankonfiguration im Turmdrehkran-Einsatzplaner

Insofern die erstellte Kranzusammensetzung einem sich öfters wiederholenden Muster entspricht, bietet der TEP die Möglichkeit zu deren Aufnahme in die Reihe sogenannter Standardkrane, wodurch ein schneller Zugriff auf häufig verwendete Konfigurationen gewährleistet ist. Somit bedürfen Krane, die häufig mit gleichem Aufbau zum Einsatz kommen, im Zuge weiterer Projektierungen keiner sich jedes Mal wiederholenden Neuerstellung. Anstatt dessen sind sie nach ihrer einmal erfolgten Generierung fortan aufwandsreduziert aus einer Standardbibliothek auswählbar.

Virtuelle Planung von Ladeordnungen bei Krantransporten

Hinsichtlich seiner transportlogistischen Planungskomponente bietet der TEP dem Anwender die Möglichkeit, basierend auf den Zeitschnitten und den diesbezüglich definierten Krankonfigurationen, Transportkonvois samt detaillierter Ladeordnungen anhand einer eigens für diesen Zweck implementierten 3D-gestützten Planungsumgebung zu definieren. Der Benutzer wählt hierfür aus einem Pool an zur Verfügung stehenden Transportfahrzeugen die für ihn erforderlichen Objekte entsprechend des zu planenden Zeitschnitts aus, differenziert nach An- bzw. Abfahrt. In einem ersten Schritt ordnet er das zu verladende Gut den einzelnen Sattelaufliegern zu. Daraufhin erfolgt dessen konkrete dreidimensionale Positionierung auf dem jeweils aktiven und damit bearbeitbaren Transportfahrzeug, ähnlich des Drag and Drop-Verfahrens: Mittels Mausklick selektiert der Bedie-

ner eine vor dem Trailer liegende Ladekomponente und ordnet diese durch entsprechendes Ziehen und Drehen auf der jeweiligen Ladefläche an bzw. integriert sie im Rahmen bereits verladenen Guts.

Während des gesamten Platzierungsvorgangs wird auf den physikalischen Simulationsbaustein der dem Ladeordnungsmodul zugrunde liegenden Engine zurückgegriffen. Die Positionierung des Guts auf den Transportfahrzeugen entspricht demzufolge einer vollrealistischen Abbildung ihres tatsächlichen Verhaltens: Kippen über Kanten und Rutschen auf schiefen Ebenen werden ebenso simuliert wie beispielsweise Fallen oder Kollidieren. Wird eine Ladekomponente entgegen koordinierten Absetzens im schwebenden Zustand deselektiert und fällt sie daraufhin, nimmt sie automatisch eine Lage im Gesamtsystem ein, die ihrer tatsächlichen Ordnung entspräche.

Nach erfolgter Grobpositionierung ist eine zusätzliche Feinjustierung zum Erreichen der gewünschten Endlage ohne Probleme möglich. Folglich gestattet der TEP dem Planer, zu transportierendes Gut schnell und unkompliziert auf Trailer zu verteilen und gemäß seiner Vorstellung, unter Berücksichtigung des realen Verhaltens der Einzelkomponenten, auszurichten.

Im Zuge des virtuellen Beladens eines Transportfahrzeugs achtet das System auf die Einhaltung der zulässigen Ladehöhe, -breite und -länge sowie des Gewichts. Ebenso erfolgt eine automatische Ermittlung des resultierenden Gesamtschwerpunkts der Ladung bzw. von dessen Lage in Relation zum Trailer auf Basis der Teilschwerpunkte aller zugewiesenen Einzelkomponenten. Die Kontrolle des Nichtüberschreitens der maximalen Ladeabmessungen geschieht systemseitig: Jedes Fahrzeugmodell verfügt über einen sogenannten Collider, der den zulässigen Laderaum in Form eines virtuellen halbtransparenten Kollisionskörpers abbildet. Durchdringt ein zu verladendes Objekt während seines Positionierprozesses die Außenmaße bzw. Hauptabmessungen des begrenzenden Körpers, blinkt dieser rot auf. Dem Anwender wird auf diese Weise signalisiert, dass sich das selektierte Gut aktuell gleichzeitig sowohl innerhalb als auch außerhalb des Colliders befindet und somit die Grenzen des definierten Laderaums überschreitet. Sobald sich das Ladegut vollständig innerhalb des Kollisionskörpers befindet, wird dieser wieder ausgeblendet. Eine mögliche Deselektierung der zu verladenden Objekte im Zustand des rot markierten Colliders führt zu deren automatischen Rückführung in den Bereich noch nicht angeordneten Guts neben dem Trailer – das Ladegut gilt demzufolge als nicht korrekt verladen und bedingt den systemseitigen Abbruch der jeweiligen Einzelverladung. Dadurch ist bei Überschreitung der zulässigen Ladegrenzen die Objektpositionierung auf einem Transportfahrzeug nicht möglich und wird TEP-gesteuert unterbunden (vgl. Bild 4).

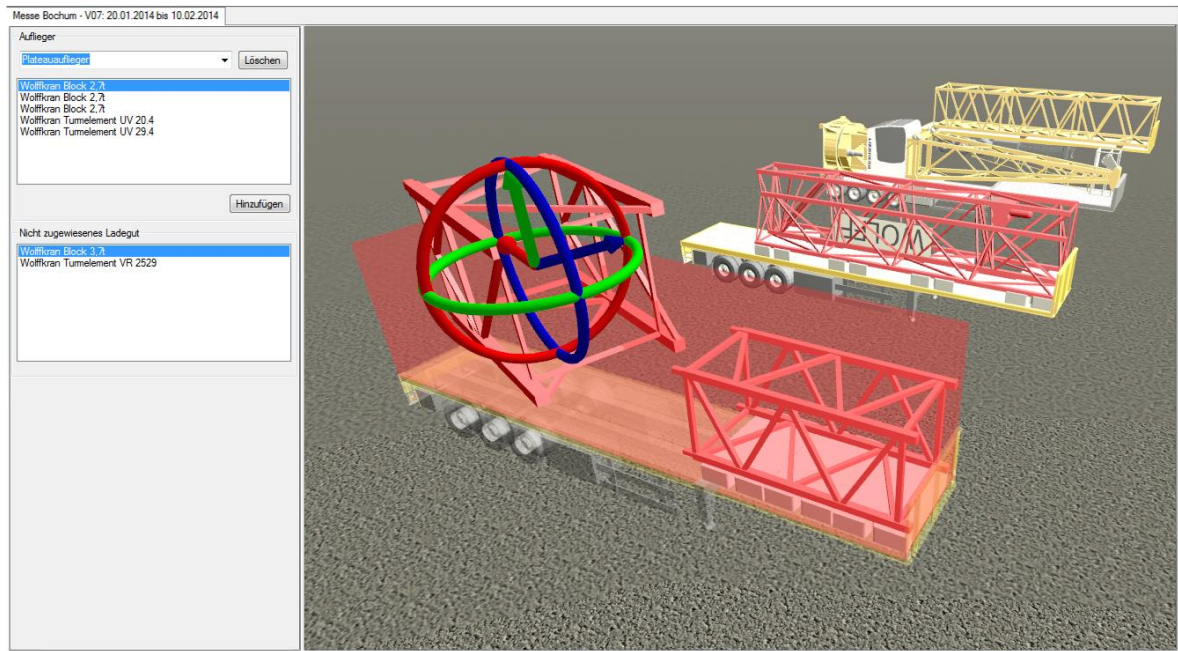


Bild 4: Virtuelle Baukranverladung

Aus der nutzerspezifisch erstellten Ladeordnung generiert die Applikation Ladelisten samt graphischer Übersicht der zu Grunde liegenden Ladeschemata. Hierbei weist das System für jedes Einzelfahrzeug nebst Trailertyp detailliert die Anzahl, Bezeichnung und das Gewicht der jeweils zu verladenden Objekte aus. Zudem enthält die Ladeliste Informationen hinsichtlich des Gesamtschwerpunkts der Zuladung sowie der Einhaltung der Ladevorschriften in Bezug auf den maximal zulässigen Laderaum und das Gesamtgewicht. Basierend auf den 3D-Modellen der im vorangegangenen Planungsschritt konfigurierten Trailer, erfolgt die Ableitung zweidimensionaler Aufrisse und isometrischer Darstellungen verschiedener Ansichten zur graphischen Visualisierung der angedachten Ladeordnung.

Baukranlogistik: Gesteigerte Effizienz durch optimierte Transportprozesse

Anhand vorgegebener Ladelisten und -ordnungen sowie -gewichten und -schwerpunkten gestattet der TEP eine umfassende Logistikplanung von Krantransporten. Insbesondere für extern beauftragte Logistikunternehmen gestalten sich diese zukünftig klarer und strukturierter. Langwierige Absprachen und häufige Änderungen der Logistikprozesse in Zusammenarbeit mit Speditionen gehören der Vergangenheit an, diesbezüglicher Planungs- und Koordinationsaufwand reduziert sich auf das erforderliche Minimum. Die Bereitstellung umfassender Ladelisten samt Vorgabe der einzuhaltenden Ladeschemata in Form eindeutiger Illustrationen unterstützt den Lademeister und gewährleistet neben einem effizienten und fehlerfreien Verladen insbesondere auch die korrekte Ankunft aller erforderlichen Kranbauteile zum vereinbarten Zeitpunkt auf der Baustelle. Mögliche Engpässe, in denen baustellenseitig auf ausbleibende Transporte gewartet wird oder auch das Aufstauen gleichzeitig angelieferter Komponenten anstatt ihres koordinierten Eintreffens über einen definierten Zeitraum hinweg, gehören dadurch der Vergangenheit an. Bauablaufbezogen resultieren hieraus geregeltere Prozesse, Verzögerungen in deren Abfolge werden vermieden. Zudem reduzieren optimierte Transporte die Anzahl der ein-

gesetzten Fahrzeuge auf ihr erforderliches Minimum und verhindern unnötige Zusatzfahrten. Die folglich bestmögliche Ausnutzung jedes Einzelobjekts, hinsichtlich Leistung und dezimierter Stillstandszeit, begrenzt den finanziellen Anteil für die Kranlogistik und bemisst sich insbesondere in den Größen Energetik und Umweltschutz.

CAD-basierte Modellierung von Turmdrehkränen

Gemäß des erstellten Projekts ermöglicht der TEP die Generierung entsprechender 3D-CAD-Kranmodelle einheitlichen Designs (vgl. Bild 5). Jede auftretende Konfiguration ist hierbei als detailliertes maßstabsgetreues Modell ohne Aufwand dynamisch ableitbar. Der Anwender wählt den gewünschten Kran sowie dessen abzubildenden Aufbauzustand in Abhängigkeit des relevanten Zeitpunktes, das 3D-CAD-Modell wird daraufhin systemseitig erstellt und zum Download angeboten. Neben dem eigentlichen Kran an sich, umfasst das Modell ggf. auch die projektierte Gleisanlage bzw. das Lasteinleitungssystem. Zudem bildet die 3D-CAD-Schnittstelle den Arbeitsraum in Form einer halbtransparenten Hüllkurve sowie die Werte der Traglastkurve des selektierten Krans ab. Die Hüllkurve entspricht dem maximal möglichen, während eines Kraneinsatzes eingenommenen Arbeitsraum: Erfasst werden hierbei grundsätzliche Schwenkbewegungen des Oberkrans, die Drehung und eine mögliche Höhenvariation des Turms bei Untendrehern sowie ggf. Neigungsvariationen von Auslegern. Insofern ein fahrbarer Kran mit Gleisanlage vorliegt, passt das System den Arbeitsraum des Krans entsprechend seines möglichen Verfahrwegs automatisch an.



Bild 5: 3D-Baukranmodellierung im Turmdrehkran-Einsatzplaner

Die 3D-CAD-Modelle erlauben dem Nutzer je nach Bedarf das Ein- bzw. Ausblenden der Hüll- und Traglastkurven. Hinsichtlich ihrer Darstellung sind diese mit einem ausreichenden Transparenzgrad versehen, sodass sie im Falle ihrer Aktivierung lediglich als zusätzliche Information zu verstehen sind und die eigentliche Visualisierung des Krans an sich

bzw. bei dessen Integration im Rahmen eines umfassenden 3D-CAD-Baustellenmodells nicht behindern. Der Bediener ist demzufolge in der Lage, das Szenario trotz eingeblendeter Hüll- und Traglastkurven ganzheitlich zu erfassen und zu beurteilen.

Zur eindeutigen Identifizierung der Einzelobjekte im Rahmen einer umfassenden Krankonstellation ermöglicht der TEP die Übernahme projektseitig vergebener Kranbezeichnungen. Diese werden wahlweise beim CAD-Export berücksichtigt und neben dem Modell ausgewiesen. Zusätzlich besteht die Option zur Anbringung von Werbeschildern am Kranmodell – auf diese Weise sind Firmennamen oder -logos planender bzw. ausführender Unternehmen oder etwaiger Kranvermieter integrierbar. Insofern die Hauptfarbe des zu erstellenden 3D-CAD-Modells von der herstellerseitigen Färbung des realen Krans abweicht, bietet der TEP die Möglichkeit zur individuellen Färbung beim Export. Demzufolge unterstützt das Planungswerkzeug auch im Falle einer nutzerspezifischen Modifizierung der Kranmodelle zur Abbildung eines individuellen charakteristischen Designs. Die erzeugten Kranmodelle stellen eine optimale Kombination aus visuellem Anspruch, Wiedererkennungswert, Funktionalität, Dateigröße und Formatkompatibilität dar.

Bei der Entwicklung der 3D-CAD-Schnittstelle wurde insbesondere auf eine Kompatibilität mit diversen aktuell in der Baubranche eingesetzten Planungsumgebungen geachtet. Die abgeleiteten Kranmodelle werden wahlweise im industriefokussierten anwendungsneutralen jt-Format oder alternativ im dwg-Format bereitgestellt. Folglich ist die Möglichkeit zur Integration TEP-seitig generierter 3D-CAD-Modelle in entsprechende Projekte gegeben. Diverse Applikationen des Software-Unternehmens Autodesk, wie beispielsweise die Planungsumgebung Revit für Architekten, Gebäudetechniker und Tragwerksplaner oder auch die 3D-CAD-Modellierungssoftware Inventor, sowie die PLM-Software NX aus dem Hause Siemens (vormals Unigraphics Solutions) finden hierbei Unterstützung.

4D-Planung von Baukraneinsätzen: Erhöhte Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit

Anhand der CAD-Schnittstelle des TEPs ist der Benutzer in der Lage, rasche Aussagen hinsichtlich eines optimierten Kraneinsatzes treffen zu können, der sich in einer maximalen Auslastung eines jeden Einzelkrans bei entsprechender Reduzierung der Krananzahl widerspiegelt. Innerhalb der eingesetzten Planungsumgebung ermöglichen die Hüllkurven der Kranmodelle eine Identifikation etwaiger Überschneidungen der Arbeitsräume untereinander bzw. mit ihrem direkten Nahbereich auf Basis boolescher Operationen. Potentielle Kollisionen werden auf diese Weise bereits im Vorfeld erkannt und während des realen Bauablaufs vermieden. Räumliche Engpässe im Zuge der Hubprozesse werden aufgedeckt und erforderliche Drehbereichsbegrenzungen festgelegt. Zudem erhält der Planer visuelle Auskunft hinsichtlich des möglichen Überdrehens der Krane untereinander bzw. bzgl. der verbleibenden Abstände ihrer Arbeitsräume. Insbesondere ist ihm aber die Kontrolle der Abdeckung aller erforderlichen Hubaufgaben möglich: Infolge der halbtransparenten Ausbildung der im Rahmen der Hüllvolumen integrierten Traglastkurven bietet sich dem Bediener, durch entsprechende Wahl der Ansicht des digitalen Szenarios, die Option zu deren Projektion auf den Baustellengrund. Anhand visueller Prüfung ist er nun in der Lage zu entscheiden, ob die jeweils gewählte Kranpositionierung auf der

virtuellen Baustelle geeignet ist, alle durchzuführenden Hubvorgänge zu erfüllen oder ob diesbezüglich weiterhin entsprechendes Optimierungspotential besteht. Das Tragverhalten der Krane in Zusammenhang mit ihrer direkten Umgebung bzw. der erreichbaren Positionen und Hubhöhen ist demzufolge abbildbar (vgl. Bild 6).

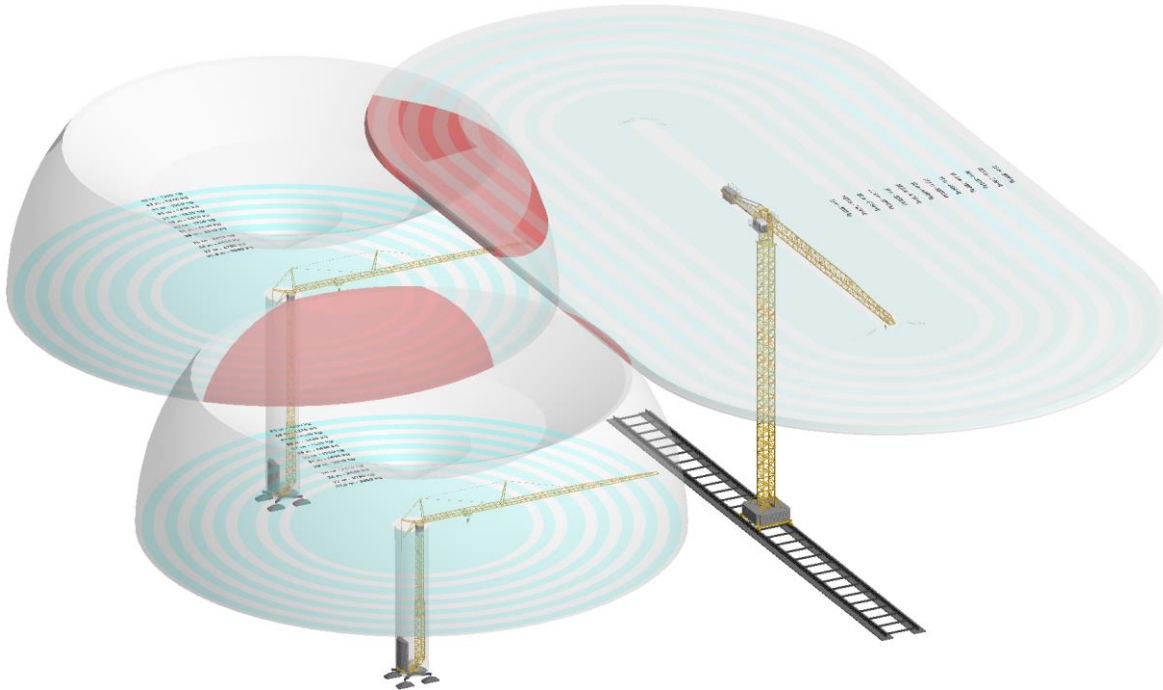


Bild 6: Kollisionskontrolle bei der 4D-Baukranplanung

Mittels unkomplizierter Ableitung vollwertiger 3D-CAD-Modelle aus der zuvor erfolgten Kranprojektierung bietet sich dem Anwender die Möglichkeit, bei minimalem Zeitaufwand verschiedenste Varianten an Krankombinationen und insbesondere Kranpositionierungen im digitalen Baustellenszenario durchzuspielen. Durch einfaches Tauschen und Verschieben der Modelle findet er schnell eine Konstellation, bei der die Krane untereinander und mit ihrer direkten Umgebung bestmöglich interagieren – das exportbeständige einheitliche globale Koordinatensystem jedes abgeleiteten Kranmodells gewährleistet dessen unkomplizierte Positionierung im 3D-Baustellenmodell.

Neben der reinen Funktion zur Planung und Analyse von Hub- bzw. Förderprozessen sowie zur Ermittlung der idealen Kranaufstellung im Rahmen eines baufortschrittbezogenen 3D-Modells, repräsentieren die eingefügten Kranmodelle auch das planende Unternehmen. Bedingt durch die Möglichkeit zur nutzerspezifischen Variation der Kranmodelle hinsichtlich Färbung und Kranbezeichnung sowie insbesondere zur Integration individueller Werbeschilder mit Firmennamen und -logos, steigt der Wiedererkennungswert innerhalb eines ganzheitlichen 3D-Baustellenszenarios. Vorrangig wirkt sich dieser Werbeeffekt positiv im Zuge von Auftragsvergaben aus: Die Stellung und Präsenz des Kraneinsatz-planenden Unternehmens wird dadurch visuell betont.

Zusammenfassung: Potentiale des digitalen Planungswerkzeugs TEP - der Start in ein neues Zeitalter der Baukranprojektierung!

Der Turmdrehkran-Einsatzplaner (TEP) ermöglicht eine digitale, papierlose Projektierung von Baukränen bei Reduzierung ihres finanziellen und logistischen Aufwands. Mit nur wenigen Klicks erzeugte Konfigurationen dienen als flexible Basis einer ganzheitlichen Planung: optimale Kranauswahl, bauablaufbezogener Aufbau, Transport, Montage, 3D-Prozessanalyse und Kalkulation. Modifikationen erfolgen zentral, systemseitig aktualisieren sich alle Instanzen. Auf unvorhersehbare Wandlungen im Baufortschritt kann durch sofortiges Umplanen adäquat reagiert werden, wodurch etwaige Mehrkosten auf ihr erforderliches Minimum reduzierbar sind. Im Vergleich zur herkömmlichen manuellen Projektierung bieten der TEP-bedingt geringere Aufwand und die Möglichkeit des Durchspielens von Varianten Flexibilität hinsichtlich Planungsgüte und -quantität sowie Prozesssicherheit: Baukraneinsätze sind schneller und ganzheitlicher konzipierbar als bisher, die Bewältigung von zahlreicheren und komplexeren Vorhaben ist die Folge. Entsprechend der realen Hubaufgabe gewählte Krane bedingen ihre ideale Auslastung und somit einen effizienteren Kranbetrieb, als dies bislang oft der Fall ist. Zukünftig resultieren hieraus Projekte mit verringerter Kranzahl und exakt aufgabenbezogener Kranwahl. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Ausladungs- und Traglastabdeckung sowie möglicher Kollisionen der Krane untereinander bzw. mit ihrer angrenzenden Umgebung, findet sich mittels 3D-basierter Positionsanalyse eine geeignete Konstellation bei optimaler Auslastung und Platzierung auf der Baustelle (vgl. Bild 7).

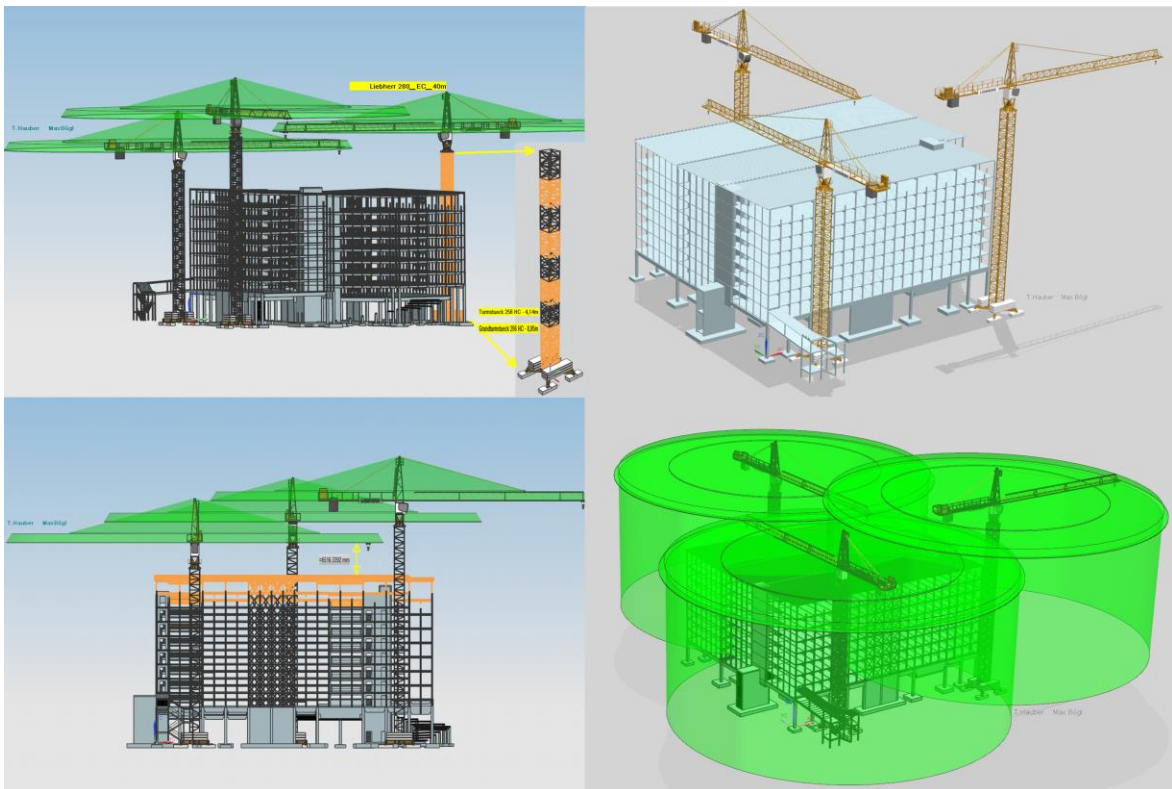


Bild 7: 4D-Baukranplanung – Praxisbeispiele [Quelle: Max Bögl GmbH]

Bauunternehmen ermöglicht der TEP schnelle und einfache Projektierungen sowie die Übernahme von Bauvorhaben mit komplexen Hubaufgaben. Angebote und Rechnungen sind ebenso rasch ableitbar wie krantechnische Datenblätter, Kollilisten oder detaillierte Anweisungen für die Transportlogistik. Kranvermieter befinden sich in der Lage, innerhalb kürzester Zeit auf Anfragen zu reagieren und mit ihrem Know-how Kunden zu unterstützen; nachträgliche Änderungswünsche sind leichter zu berücksichtigen. Durch den TEP wird der zur Verfügung stehende Kranpark optimaler ausgenutzt als bisher, der Einsatz eines jeden Einzelkrans erfolgt bestmöglich entsprechend seiner individuellen Hubleistung.

TEP-seitig erzeugte Ladelisten und -ordnungen sowie -gewichte und -schwerpunkte gestalten die Kranlogistik transparenter und strukturierter. Eindeutig definierte Transportkonvois bedingen ein effizientes Verladen und das Eintreffen der korrekten Teile zum vereinbarten Zeitpunkt. Baustellenseitig ergeben sich hieraus geregeltere Prozesse mit einer verzögerungsfreien Abfolge. Optimierte Transporte reduzieren die eingesetzten Fahrzeuge auf ihr erforderliches Minimum, wodurch Fehlfahrten und eine verminderte Maschinenauslastung vermieden werden.

Der Kranplaner bleibt mit seinem Fachwissen aber weiterhin unersetzlich. Mit Unterstützung des TEPs gestalten sich seine Arbeitsinhalte jedoch transparenter und redundante zeitraubende Vorgänge, wie Datenblattrecherchen oder die Erstellung von Kollilisten, entfallen. Sich ständig wiederholende, aufwandsintensive manuelle Abläufe übernimmt das digitale Werkzeug in Form eines strukturierten Planungsgerüsts mit eigener Intelligenz und zentral vorgehaltener Datenbasis. Die Aufgabe des Planers konzentriert sich nun auf dessen eigentliche Kernkompetenz: die einsatzoptimierte ganzheitliche Turmdrehkranplanung.