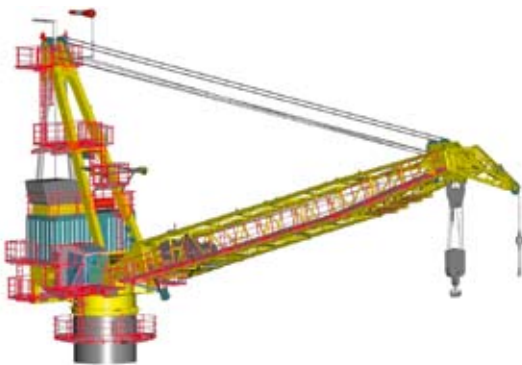


AUTOMATISIERUNG VON KONSTRUKTIONSPROZESSEN

Treppauf, treppab

DR. REINHARD KRAPPINGER, DR. LOTHAR MÄRZ

Gemeinsam mit V-Research aus Dornbirn entwickelt Liebherr Nenzing eine innovative Softwarelösung, mit der kostenoptimale Konstruktionsalternativen zur Begehung von maritimen Kränen automatisch erzeugt werden können. Die Lösung unterstützt benutzerorientiert die kreativen Tätigkeiten bei der Konzeption einer Begehung, indem sie die repetitiven Konstruktions- und Berechnungstätigkeiten automatisiert.



Ein bedeutender Anteil der Herstellkosten bei Krananlagen entfällt auf die Konstruktion und Fertigung komplexer Aufstiege beziehungsweise auf die Begehung (rot).

Bilder: V-Research

Hinterlegung eines dynamischen und allgemein formulierten Regelwerks, das eine allgemeine Anwendungsbeziehungsweise Übertragbarkeit auf unterschiedlichste Baugruppen mit vielschichtigen funktionalen und konstruktiven Anforderungen garantiert, sowie aufwändiger Optimierungsalgorithmen kann jedoch sichergestellt werden, dass auf Basis der kreativen Eingaben der Entwickler ein optimaler Prozess bei der konstruktiven Ausgestaltung der Begehungen durchlaufen wird.

Mit dem Ziel, alle notwendigen Schritte zu erfassen, um eine vollständige Baugruppenkonstruktion zu erstellen, wurde das Expertenwissen der Liebherr-Chefkonstrukteure informationstechnisch abgebildet. Ein großer Teil der Tätigkeiten befasste sich mit der Einhaltung landesspezifischer Normen, den Vorgaben der Statik sowie der Berücksichtigung der Machbarkeit und der resultierenden Kosten einer nachfolgenden Fertigung, um den Konstrukteur insbesondere bei kundenindividuellen Anpassungen zu entlasten.

Entwickeln eines Baukastens

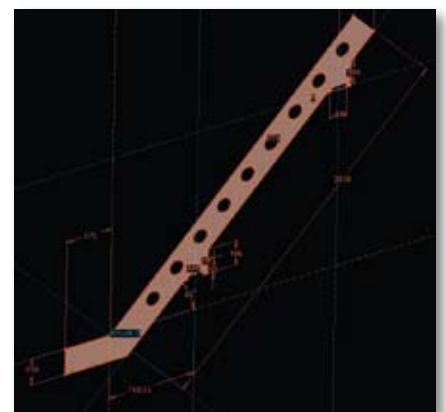
Der Algorithmus zur Generierung der Baugruppen verwendet einen Baukasten mit Standardbauteilen, zum Beispiel Steher, Kragarme oder Profile, die in drei Klassen unterteilt werden:

- Bibliotheksteile
- Bibliotheksteile mit einem oder mehreren veränderbaren Parameter(n)
- nach Regeln zu generierende Bauteile mit definiertem Rohmaterial

Aus diesem Baukasten werden, abhängig von den Anforderungen der Baugruppe, die passenden Bauteile ausgewählt und anhand ihrer Klassen spezifiziert und dimensioniert. Die funktionalen beziehungsweise konstruktiven Anforderungen einer Baugruppe sind bei einem Podest beispielsweise spezielle Befestigungslogiken unter Berücksichtigung der Flächenlasten mittels Kragarmen.

Baugruppen und Baugruppenkombinationen automatisiert konstruieren

Der Konstruktionsalgorithmus basiert, wie bereits dargelegt, auf einer dynamischen und allgemein formulierten Regel-



Nach Regeln zu generierendes Bauteil mit definiertem Rohmaterial. Dazu wurde eine grafische Oberfläche entwickelt, die die Definition nahezu aller Ausprägungen einer Baugruppe erlaubt.

Das Liebherr-Werk Nenzing in Österreich produziert und vertreibt weltweit Schiffs-, Hafencran-, Bohrinselkräne sowie Hydro-Seilbagger und Raupenkräne. Besonders bei den maritimen Kränen fällt ein bedeutender Anteil der Herstellkosten auf die Konstruktion und Fertigung komplexer Aufstiege beziehungsweise auf die Begehung (Podeste, Treppen, Leitern usw.), die in Bild 1 rot gekennzeichnet sind. Die Konstruktion der Begehung, die bei Liebherr vielfach kundenindividuell abgewickelt wird und dadurch umfangreiche Engineeringleistungen erfordert, stellt bis dato eine kostspielige und komplexe Aufgabe dar.

Weiterhin strahlt diese Automatisierung auf die Produktionsabteilungen aus und führt dort, aufgrund des höheren Standardisierungsgrades der Konstruktionen, zu einer deutlichen Kostenreduzierung bei der Teile- und Baugruppenfertigung.

Konstruktionswissen regelbasiert abbilden

Der entscheidende Hebel bei der Automatisierung der Konstruktion liegt darin, dass der Mensch nicht in der Lage ist, kognitive Vorgänge und Prozesse wiederholbar zu durchlaufen. Durch die

basis zur Abbildung der Konstruktionslogiken. Das resultierende kombinatorische Optimierungsproblem verwendet zur Bewertung der einzelnen Konstruktionsalternativen die Herstellkosten, die mittels einer analytischen Methodik auf Basis der Mengengerüste (Stücklisten, Arbeitspläne) ermittelt werden. Als Schnittstelle zwischen dem Konstrukteur und dem Algorithmus wurde eine grafische Oberfläche entwickelt.

Die ermittelten kostenoptimalen Konstruktionen werden über XML an das CAD-System – derzeit Pro/ENGINEER von PTC – übergeben und automatisiert als 3D-Modell generiert. Über diese Schnittstelle werden die Bauteile im Baukasten identifiziert sowie spezifische Bauteilparameter und die Positionierung des Bauteils (Koordinaten und Verdrehung) beziehungsweise die Referenzen zu anderen Bauteilen übergeben. Der Konstrukteur erhält ein automatisch erzeugtes und editierbares 3D-Modell. Das Erstellen von standardisierten Fertigungszeichnungen inklusive aller Stücklistenpositionen kann nun ebenfalls abgeleitet werden. Damit ist eine durchgängige Konstruktionskette verwirklicht.

Regelbasierende Erweiterung

Zusätzlich zur automatisierten Generierung einzelner Baugruppen wurde die Applikation um die Möglichkeit erweitert, Gesamtbegehungen zu erstellen. In diesem Zusammenhang wurden Regeln entwickelt, die die Kombinationslogik von Begehungsbaugruppen abbilden.

Der Konstrukteur hat die Option, in der Benutzungsoberfläche ein Projekt mit n Baugruppen anzulegen und diese zu definieren. Mittels eines grafischen Assistenten ist er in der Lage, die Baugruppenübergänge zu definieren und somit eine Kombination aus den Baugruppen des Projekts festzulegen.

Aufbauend auf der beschriebenen Funktionalität wird das Ziel verfolgt, den Automatisierungsgrad der Kombination von Baugruppen zu erhöhen. In diesem Zusammenhang kommt der Definition der Baugruppenübergänge (etwa Kombination von Podest und Leiter mittels Luke oder Zustieg von der Seite) und der Bewertung derselben eine entscheidende Rolle zu. Besonders die Bewertung stellt eine nicht triviale Aufgabe dar, da neben den Herstellkosten weitere Kriterien, etwa die Erfüllung der Normen,



V-Research entwickelt – wie beispielsweise für Liebherr – integrierte Lösungen zur automatisierten Konstruktion.

zur Verfügung stehender Raum oder die Praktikabilität des Übergangs als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden müssen.

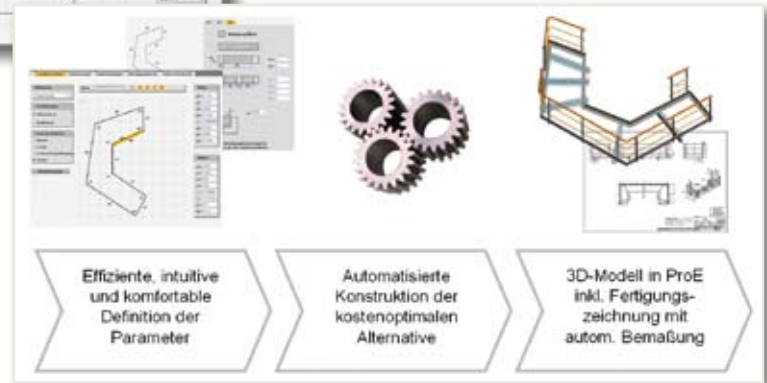
Fazit

Eine integrierte Lösung zur automatisierten Konstruktion von Begehungen und Aufstiegen liegt vor und wird operativ eingesetzt. Die Lösung setzt auf einer allgemein einsetzbaren Regelbasis zur Abbildung von Konstruktionslogiken auf. Sowohl die Regelbasis als auch sämtliche Parameter lassen sich über eine Schnittstelle editieren. Eine CAD-unabhängige universelle XML-Schnittstelle erlaubt die Einbindung in unterschiedliche Systemumgebungen. Daraus ergeben sich folgende Einsatzmöglichkeiten in der Anpassungskonstruktion: Die Eingabe weniger relevanter Parameter ermöglicht eine Anpassung der Gestaltung von Baugruppen an veränderte Rahmenbeziehungsweise Einsatzbedingungen sowie die Abbildung der gegebenen Lösungsprinzipien als Konstruktionslogik mit der Alternative, einzelne Bauteile regelbasiert und auf Basis von definiertem Rohmaterial als Neukonstruktion zu generieren.

Variantenkonstruktion: Variation von Größe und/oder Anordnung von Teilen und Baugruppen innerhalb bestehender Systeme wie Baureihen und Baukästen, zum Beispiel für den Einsatz in der automatisierten Variantenkonfiguration für den Vertrieb.

Im Falle des aufwändigen Offshore-Krans erforderte die vollständige Auslegung und Ausgestaltung von Aufstieg

Intuitive, effiziente und komfortable Definition einer Baugruppe – von der einfachen Modellierung via Parametereingabe über die automatische Konstruktion bis zur Ausleitung von Fertigungszeichnungen einschließlich Stückliste.



und Begehungen Konstruktionszeiten von bis zu 150 Konstruktionsstunden. Diese Begehungen lassen sich nun in einem Bruchteil der bisher benötigten Zeit definieren und automatisch konstruieren. hl ■

Literatur

Adickes H.; Arnoscht J.; Bong A.; Deger R.; Hieber S.; Krappinger R.; Lenders M.; Post P.; Rauhut M.; Rother M.; Schelling J.; Schuh G.; Schulz J.: *Lean Innovation – Auf dem Weg zur Systematik*. In: Brecher C.; Klocke F.; Schmitt R.; Schuh G. (Hrsg.): *Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium '08 – Aachener Perspektiven*. Apprimus Verlag Aachen, 2008, S. 494ff.

Dr. Reinhard Krappinger ist Leiter Prozess-Steuerung der Liebherr-Werk Nenzing GmbH in Nenzing. Dr. Lothar März ist Geschäftsfeldleiter Technische Logistik bei der V-Research GmbH in Dornbirn.

KENNZIFFER: DEM15423

Kurzprofil V-Research

V-Research ist ein außeruniversitäres Institut für industrielle Forschung und Entwicklung in Vorarlberg. Im Geschäftsfeld der technischen Logistik entwickelt V-Research Entscheidungsunterstützungssysteme für die Konstruktion sowie für die Planung von Prozessen in Produktion und Logistik. V-Research betreibt industrieorientierte Auftragsforschung und Entwicklung und konzentriert sich dabei auf Process Engineering für Konstruktion, Produktion und Logistik, Verfolgung und Überwachung von Gütern, Tribodesign von Maschinenelementen und Oberflächen sowie industrielle Bildverarbeitung und Prozessüberwachung. *Kontakt: siehe Kennziffer*