

# KBE und CAD systematisch nutzen

DR.-ING. SVEN KLEINER, ANDREJ SCHULAKOW

**Wissensintegration in CAD-Systemen kann zu kürzeren Entwicklungszeiten und optimaler Produktqualität führen. Spezielle Entwicklungsmethoden und Konstruktionsregeln zu nutzen, unterstützt die Lösung von fachspezifischen Problemen wie beispielsweise die Kinematikentwicklung.**

Bei der kinematischen Entwicklung müssen unterschiedliche Anforderungen an das Produkt, die meist in einem Widerspruch zueinander stehen, etwa Leichtbau, Stabilität, Dynamik und Bauraum, gegeneinander abgewogen werden. Ein optimaler Mechanismus kann dabei erfolgsbestimmend sein. Die Änderungs- und Anpassungskonstruktionen der Mechanismen sollten außerdem während der Entwicklung nicht zuviel Zeit in Anspruch nehmen.

Die Typsynthese der Kinematik ist besonders in den frühen Phasen der Konstruktion und Entwicklung, in der unterschiedliche Kinematikkonzepte miteinander verglichen werden, von entscheidender Bedeutung. Ausgehend von den favorisierten Kinematiktypen wird im Rahmen der Synthese die Kinematikstruktur bestimmt. Nicht selten ist die Zahl der unbekanntenen Größen, beispielsweise die Lage der Gestellpunkte im Raum, größer als die bekannten (vorgegebenen) Größen.

Ermittelt werden die unbekanntenen Größen mit der Lagensynthese.

Im Anschluss an die Synthese folgt die Analyse der Kinematikkonzepte. Hier wird das Verhalten im Blick auf die Einhaltung der gewünschten Positionen und weitere Eigenschaften (unter anderem Übersetzungsverhältnis, Bewegungsbahnen) untersucht und damit weitere Erkenntnisse über die Kinematik gewonnen. Sind die Ergebnisse nicht zufriedenstellend, werden Optimierungen an der entwickelten Kinematik durchgeführt.

## Grafische Kinematikentwicklung und wissensbasierte Konstruktion

Die Anwendung der grafischen Kinematikentwicklung in Verbindung mit der wissensbasierten Konstruktion (englisch: Knowledge Based Engineering, KBE) eröffnet neue Möglichkeiten. Die Verfahren der grafischen Kinematikentwicklung basieren auf Konstruktionsverfahren, etwa der Translation, Drehung, Spiegelung

und Projektion von Punkten, Linien und Ebenen sowie der Schnittpunkt- und Kurvenermittlung.

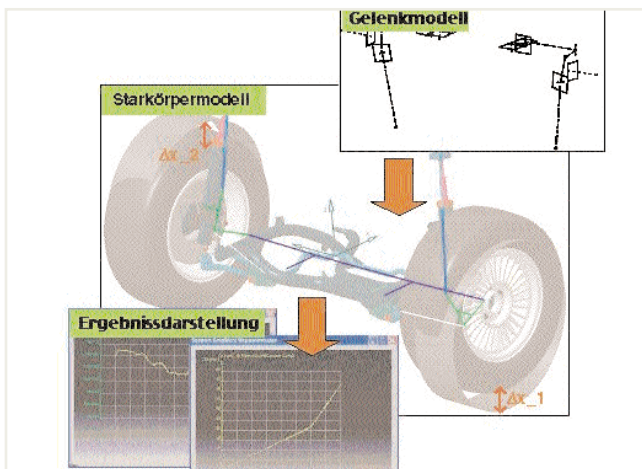
Mit Unterstützung der wissensbasierten Konstruktion lässt sich der Zeitaufwand bei der grafischen Kinema-

tikentwicklung in 3D-CAD-Systemen minimieren und automatisieren. Einmalig definierte Wissensvorlagen, in denen die einzelnen Konstruktionsschritte der grafischen Verfahren zur Kinematikentwicklung festgehalten werden, können wie vordefinierte Feature-Werkzeuge verwendet werden. Die Definition von geometrischen Zusammenhängen wird durch die Anwendung von Regeln und Formeln unterstützt. Für die Syntheseaufgabe lässt sich zusätzliches Fachwissen mit Entscheidungsregeln implementieren.

Der Konstrukteur kann entsprechend der vorliegenden Aufgabenstellung die erstellten Wissensvorlagen der Kinematiksynthese und -analyse anwenden. Die wiederkehrenden Routinetätigkeiten entfallen somit und es ist möglich, in kurzen Entwicklungszeiträumen verschiedene Kinematiken zu untersuchen. Durch die Kinematikentwicklung in der CAD-Umgebung kann das Kinematikmodell direkt als Grundgerüst und Vorlage für die weiterführende Konstruktion verwendet werden.

## Einsatz von CAD-Tools

Auf dem Markt verfügbare Tools zur Kinematikentwicklung in den CAD-Systemen unterstützen in der Regel nur Aufgaben im Bereich der Kinematikanalyse. Viele CAD-Lösungen bieten hierzu spezielle Werkzeuge und Arbeitsumgebungen für die Generierung von Kinematiken und deren Bewegungsuntersuchung (beispielsweise CATIA V5 DMU Kinematics, Pro/Mechanica Motion). Jedoch fehlen meistens signifikante Lösungen für die Synthese der Kinematik, die den ent-



**CAX-basierte Kinematikentwicklung.**  
Bild: :em

scheidenden Schritt in der Kinematikentwicklung darstellt.

Die Berechnung der unbekanntenen Größen der Kinematik wird im Rahmen der Analyse durch die Verwendung von (externen) numerischen Berechnungswerkzeugen oder speziellen CAE-Lösungen realisiert. Die erforderlichen Eingangs- und Ergebnisdaten müssen dabei zwischen den eingesetzten CAx-Tools ausgetauscht werden. Daraus resultierende Medienbrüche sowie notwendige Datenauf- und -nachbereitungen wirken sich allerdings nachteilig auf den Gesamtprozess aus.

Der spärliche Einsatz der CAD-Tools in der Kinematikentwicklung bewirkt nicht zuletzt, dass die Änderungs- und Anpassungskonstruktionen der Kinematik viel mehr Zeit- und Entwicklungskapazitäten benötigen. Dieses hat wiederum Auswirkungen auf die nachfolgenden Prozessschritte der Produktentwicklung, etwa die Dynamik- und Strukturuntersuchung.

### Wissensbasierte Entwicklung mit CATIA V5

Das CAD-System CATIA V5 bietet vielfältige Möglichkeiten für die Untersuchung von kinematischen Problemstellungen an. Erste Bewegungsuntersuchungen können schon im Skizzierer und der Baugruppenumgebung durchgeführt werden. Die Arbeitsumgebung Digital Mock Up Kinematics (KIN) stellt eine eigene Arbeitsumgebung für die Analyse von Kinematiken bereit. Hier sind jedoch keine Funktionen und Lösungen enthalten, mit denen eine Kinematiksynthese durchgeführt werden

kann. Weil die Arbeitsumgebung KIN auf der Baugruppenebene (CATProduct) aufsetzt, ist eine Änderung der kinematischen Kette aufgrund der Baugruppenstruktur nur mit erheblichem Aufwand möglich.

Um der Vorgehensweise bei der Kinematikentwicklung gerecht zu werden, wurde eine Lösung entwickelt, die zunächst auf der Einzelteilkonstruktion (CATPart) aufsetzt. Hier kann die Leistungsfähigkeit von CATIA V5 im Bereich des KBE verwendet werden. Das Kinematikmodell wird aus separaten Templates definiert, die die Wissensvorlagen darstellen.

Die Typsynthese wird in einem CATPart regelbasiert durchgeführt. Die Lagensynthese basiert auf einem gelenkorientierten Ansatz. Dabei werden die Art und die Position der Gelenke ermittelt, die die kinematische Kette vollständig beschreiben. Die Anpassung der Kinematik wird durch die parametrisch-assoziativen Eigenschaften des Modells deutlich erleichtert. Die erste 2D- und 3D-Analyse kann ebenfalls mit Hilfe der kinematischen Templates erfolgen. Liegt ein erstes Ergebnis des Mechanismus vor, wird die vorläufige Skelett- und Hüllgeometrie erstellt.

Das Kinematikmodell wird anschließend automatisch in eine Baugruppenstruktur überführt, worauf das KIN-Modell ebenfalls automatisch generiert wird. Mit den KIN-Funktionen lässt sich eine abschließende Analyse des kinematischen Mechanismus durchführen. Die automatische Modellüberführung zwischen den Arbeitsumgebungen von CATIA V5 wird in der Programmiersprache Visual Basic for Applica-

tions (VBA) und Component Application Architecture (CAA) realisiert. Das homogene Arbeiten in CATIA V5 erlaubt es, das Kinematikmodell durchgehend zu verwenden, was die Modell- und Datenhaltung übersichtlich und kompatibel macht und dazu führt, den Prozess zu beherrschen.

### Erfolgsfaktoren der grafischen Kinematikentwicklung

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Kinematikentwicklung in CATIA V5 bildet eine systematische Anwendung von KBE und CAD-Methoden. Im Mittelpunkt steht dabei zunächst die vollständige Abbildung der Verfahren und Instrumente zur Kinematikentwicklung, wie es am Beispiel der grafischen Methodik zur Kinematikentwicklung verdeutlicht wurde.

Die Implementierung von kinematischen Wissensvorlagen erfordert die Analyse der bereichsinternen und -übergreifenden Entwicklungsprozesse. So wird sichergestellt, dass das erforderliche Fachwissen und alle Randbedingungen an die Kinematik vollständig erfasst und in den Wissensvorlagen berücksichtigt werden. Erst dann ist eine effiziente und durchgehende Kinematikentwicklung in CATIA V5 mit Vorteilen möglich, was die Funktionalität und Qualitätssicherung sowie verkürzte Entwicklungszeiten angeht. **to ■**

**Dr.-Ing. Sven Kleiner ist Vorstand der :em engineering methods AG in Darmstadt. Andrej Schulakow ist CAD-Berater bei der :em engineering methods AG.**

**KENNZIFFER: DEM13283**