

Über die vertraute Benutzeroberfläche von Creo Elements/Direct Modeling können Sie die elementaren Analysevariablen für Ihr Modell einrichten und das Finite-Element-Netz erstellen. Dann exportieren Sie die Netzdaten zur Bearbeitung in FEA-Tool und -Solver von einem Drittanbieter oder senden sie zur Ausführung des gewählten Analysetyps an den Creo Elements/Direct Finite Element Analysis-Solver.

### **Lastfall in Creo Elements/Direct Finite Element Analysis**

Nach der Fertigstellung einer Konstruktion mit Creo Elements/Direct Modeling kann Creo Elements/Direct Finite Element Analysis aufgerufen werden, um innerhalb der vertrauten Creo Elements/Direct Modeling-Umgebung die Parameter zur anschließenden Auswertung der Konstruktion festzulegen, die für eine Analyse des Modells gebraucht werden. Zu diesen Parametern zählen Materialangaben, Randbedingungen, Lasten und Netzbedingungen für die geplante Analyse.

Die für die Analyse des Modells benötigten Informationen werden als Lastfall bezeichnet.

### **Analyseangaben**

Für die Durchführung einer Finite-Elemente-Analyse werden folgende Angaben benötigt:

- Lastfallbezeichnung
- Materialeigenschaften
- Randbedingungen
- Lasten (einschließlich Art und Ausrichtung des Koordinatensystems)
- Knoten und Elemente: das Netz

### **Lastfallbezeichnung**

Bei der Vorbereitung einer Analyse oder einer Vernetzung wird zunächst eine eindeutige Bezeichnung für den betreffenden Lastfall vergeben. Bei einfachen Teilen muß der Lastfall dem zu analysierenden bzw. zu vernetzenden Teil zugewiesen werden. Bei Baugruppen muß der Lastfall der Baugruppe zugewiesen werden, die die zu analysierenden Teile enthält. Diese Zuweisung erfolgt über den Befehl **Lastfall** im Hauptmenu von Creo Elements/Direct Finite Element Analysis.

### **Materialeigenschaften**

Für das zu fertigende Teil sind die physikalischen Eigenschaften des Materials von großer Bedeutung. Die Lastfallangaben müssen deshalb auch Informationen über das Material und dessen physikalische Eigenschaften enthalten.

Creo Elements/Direct Finite Element Analysis bietet die Möglichkeit, vordefinierte Materialien mit bestimmten Eigenschaften aus einer Materialdatenbank, aus einer selbst oder von der Firma verwalteten Liste mit bevorzugten Materialien oder aus einer Liste mit den Materialien, die bereits in der aktuellen Creo Elements/Direct Modeling/Creo Elements/Direct Finite Element Analysis-Sitzung verwendet wurden, auszuwählen.

### **Randbedingungen**

Um das Konstruktionsmodell bestmöglich auf die jeweilige Betriebsumgebung abzustimmen, sind die Bedingungen zu berücksichtigen, unter denen das Objekt in der Praxis eingesetzt werden soll. Dabei ist beispielsweise anzugeben, ob sich das Objekt auf dem Boden befindet und in x- und Z-Achsenrichtung, nicht jedoch in Y-Achsenrichtung beweglich ist, ob es an einer Kante mit einem Metallgehäuse verschweißt oder an 6 gegenüberliegenden Punkten in Längsrichtung vernietet ist.

Die mechanischen Randbedingungen werden als Beweglichkeitseinschränkungen definiert. Sie legen fest, wo und wie das Konstruktionsmodell theoretisch aufliegt oder auf dem Boden befestigt ist und welchen Umgebungseinflüssen es dabei unterliegt. In ähnlicher Weise definieren die Wärme-Randbedingungen, Temperatur und Einschränkungen des Wärmeflusses, wie das Designmodell sich theoretisch in seiner Umgebung verhält.

Die Stellen, an denen das Konstruktionsmodell unter bestimmten Betriebsbedingungen theoretisch aufliegt werden mit sogenannten *Randbedingungen* versehen. Damit wird verhindert, daß sich das Modell bewegt und/oder in allen oder bestimmten Richtungen verformt. Diese Randbedingungen können sich beispielsweise auf Schweißpunkte oder Verschraubungsstellen beziehen. Das Festlegen dieser Beweglichkeitseinschränkungen wird auch als Randbedingung der Bewegungsfreiheit bezeichnet.

In der Konstruktions/Analyseumgebung sollte versucht werden, die realen Randbedingungen möglichst genau in Form von Randbedingungen auf das Modell zu übertragen.

Creo Elements/Direct Finite Element Analysis bietet die Möglichkeit, Randbedingungen für das Modell an einzelnen Eckpunkten, entlang einer Kante oder über die gesamte Fläche festzulegen.

### **Lasten**

Nach dem Festlegen der Einschränkungen und Randbedingungen für das Modell folgt die Definition der simulierten Lasten, die im normalen Einsatz in bestimmten Bereichen des Teils auftreten.

Lastangaben bestehen aus folgenden drei Komponenten:

- Ort (mechanisch und thermisch)
- Grose (mechanisch und thermisch)
- Richtung (nur mechanisch)

Beim Auflegen von Lasten in Creo Elements/Direct Finite Element Analysis wird zunächst der Eckpunkt, die Kante oder die Oberfläche angegeben, auf welche(r) die Last einwirken soll. Dann wird der Wert der Last gesetzt. Abschließend, im Fall einer mechanischen Last, ist die Richtung (entsprechend des für das Modell verwendeten Koordinatensystems) für diese Last festzulegen.

Es besteht die Möglichkeit, für einen Lastfall mehrere Lasten und Lastarten anzugeben. Darüber hinaus können Ort, Grose und Richtung für alle möglichen gleichzeitig auf das Teil oder die Struktur einwirkenden Lasten ausgewählt werden.

Ein Sonderfall einer Last ist die sogenannte *Erzwungene Verschiebung*. Dabei handelt es sich um eine Vorgabe, die verlangt, daß ein bestimmter Punkt, eine bestimmte Kante oder eine bestimmte Oberfläche um einen festgelegten Betrag entlang einer oder mehrerer Achsen bewegt werden muß.

Im Falle der Warmeanalyse kann dem Modell auch eine freie Konvektionslast aufgelegt werden.

### Koordinatensysteme

Beim Arbeiten mit Creo Elements/Direct Finite Element Analysis ist es nicht erforderlich, ein bestimmtes Koordinatensystem für das gesamte Analysemodell festzulegen, obwohl dies bei einigen Analysemodelle sinnvoll wäre. Beim Festlegen von Lasten und Randbedingungen ist jedoch ein Koordinatensystem anzugeben.

In Creo Elements/Direct Finite Element Analysis stehen folgende Koordinatensysteme zur Verfügung:

- Global
- Lokal
- Zylindrisch

Das in Creo Elements/Direct Finite Element Analysis verwendete globale Koordinatensystem wird direkt aus der Creo Elements/Direct Modeling-Umgebung, in der das Konstruktionsmodell erstellt wurde, übernommen. Dabei handelt es sich um das in Creo Elements/Direct Modeling verwendete globale kartesische Koordinatensystem.

Die Verwendung des in Creo Elements/Direct Finite Element Analysis verwendeten globalen und lokalen Koordinatensystems entspricht deren Verwendung in Creo Elements/Direct Modeling. Näheres dazu kann also in der Creo Elements/Direct Modeling-Dokumentation nachgeschlagen werden.

Das zylindrische Koordinatensystem eignet sich besonders für die Konfiguration von Lasten und Randbedingungen, bei denen radiale, tangential und axiale Koordinaten angegeben werden müssen.

### Das Netz: Knoten und Elemente

Nach der Festlegung der Materialeigenschaften, Lasten und Randbedingungen kann das Modell in finite Elemente zerlegt werden. Dieser Vorgang wird auch als Vernetzung bezeichnet, weil das Ergebnis der Zerlegung optisch einem Netz ähnelt. In Creo Elements/Direct Finite Element Analysis erfolgt die Vernetzung automatisch, kann jedoch durch die Angabe bestimmter Parameter beeinflusst werden.

Das Netz besteht aus finiten Elementen und Knoten. Knoten sind geometrische Punkte, welche verschiedenartige Modellgeometrie abgrenzen und Elemente miteinander verbinden. Alle Analyseergebnisse (wie beispielsweise Verschiebungen und Reaktionskräfte) werden an den Knoten ermittelt. Die Knotenverschiebungen bilden die Berechnungsgrundlage für das FEA-Verfahren (Finite-Elemente-Analyse).

Wenn Analyseergebnisse für bestimmte Stellen eines Modells zu ermitteln sind, bietet Creo Elements/Direct Finite Element Analysis die Möglichkeit, anhand von Netzbedingungen Elemente an bestimmten Punkten oder an bestimmten geometrischen Formen zu konzentrieren. Dazu werden Knoten an bestimmten Eckpunkten, Kanten und Flächen angegeben. Diese werden als *Knotenorte* bezeichnet (In anderen FEA-Systemen auch Netzknoten genannt).

Bei der Vernetzung des Konstruktionsmodells werden die festgelegten Netzbedingungen auf alle angegebenen Orte angewendet. Dies bedeutet, daß im Modell die Konzentration der Netzelemente üblicherweise in den kritischen Bereichen (an den Knotenorten) erheblich größer ist als bei der automatischen optimalen Verteilung anhand der Elementform und -grose.

Die sich durch die angegebenen Netzbedingungen ergebenden Netzverfeinerungen werden über eine stärkere Gewichtung gegenüber der Normalverteilung der Elemente im Netz bei der Berechnung der Analyseergebnisse berücksichtigt. Das Festlegen von Netzbedingungen trägt somit wesentlich zur

Optimierung des Analyseergebnisses bei.

---

Copyright © 2010 Parametric Technology GmbH (eine Tochter der Parametric Technology Corporation).  
Alle Rechte vorbehalten.