



FE-Analysen ermöglichen neue Einblicke

in Festigkeit, Stabilität, Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Ermüdung, Prozess, Dynamik und schaffen vor allem Verständnis

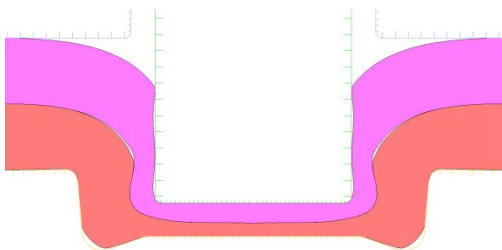
PROZESSSIMULATION

Prozesse laufen oft in einer Umgebung oder mit einer Geschwindigkeit ab, welche ein visuelles Beobachten nicht zulassen. Dies kann bspw. Umform- und Förderprozesse betreffen.

Die FEM (Finite-Elemente-Methode) ermöglicht das detaillierte Beobachten des Prozesses in Zeitlupe. Ebenfalls können diverse Grössen, wie Spannungen, Dehnungen und Materialfluss, an beliebigen Orten im Werkstoff ausgewertet werden.

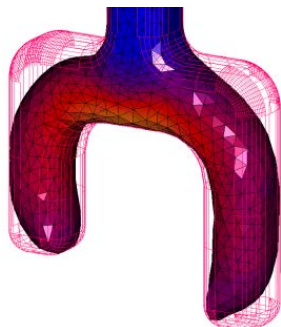
Der Prozess wird verstanden. Erkenntnisse führen zu Verbesserungsansätzen, welche effizient untersucht werden können.

Beispiel: In der Blechbearbeitung können Bleche durch Clinchen gefügt werden. Dieser Prozess läuft rotations-symmetrisch ab und kann auch so simuliert werden. Es ist nicht nötig ein räumliches FE-Netz zu erstellen. Dadurch reduziert sich die Berechnungszeit enorm – es kann effizient simuliert werden.



Prozesssimulation: Clinchverbindung, rotationssymmetrisch, 2D

Beispiel: Durch Massivumformung lassen sich widerstandsfähige Werkstücke wirtschaftlich herstellen. Materialfluss und Ausformung lassen sich vor der Herstellung des ersten Werkzeuges optimieren.



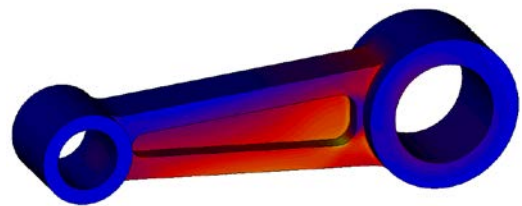
Prozesssimulation: Massivumformung, 3D

DYNAMISCHE SIMULATION

Das dynamische Verhalten komplexer Strukturen kann mit Hilfe konventioneller Methoden kaum ermittelt werden. Auch Dies führt dazu, dass oft erst im Ereignis- / Problemfall, bspw. bei Resonanzerscheinungen, näher auf die Strukturmechanik eingegangen wird.

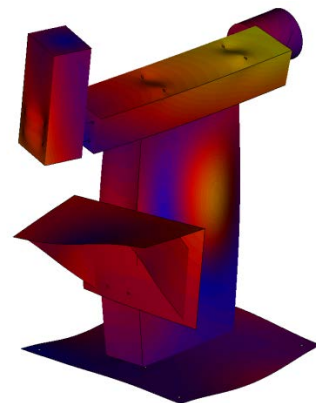
Dynamische FE-Analysen berücksichtigen nicht nur die Steifigkeit, sondern auch die Massenträgheit und somit die kinetischen Auswirkungen auf eine Struktur, welche durch bewegte Massen hervorgerufen werden. Als Resultat interessieren bspw. Eigenfrequenzen (Resonanzen), Frequenzgänge und Schwingungen allgemein.

Beispiel: Beschleunigte Massen reagieren mit Kräften. Der Pleuel erfährt zusätzliche Spannungen durch die Bewegung.



Dynamisch-Transiente Simulation: Bewegter Pleuel, 3D

Beispiel: Werkzeugmaschinen geraten in Resonanz, wenn sie Prozesskräfte mit Frequenzen nahe ihrer Eigenfrequenzen erfahren. Eine Modalanalyse mit Hilfe der FEM liefert die Eigenfrequenzen der Struktur. Somit kann frühzeitig erkannt werden, ob Resonanzprobleme wahrscheinlich sind. Konstruktive Massnahmen können schnell im FE-Modell überprüft werden.



Modalanalyse: Eigenschwingungsform bei best. Frequ., 3D



FE-Analysen ermöglichen neue Einblicke

in Festigkeit, Stabilität, Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Ermüdung, Prozess, Dynamik und schaffen vor allem Verständnis

STABILITÄT

Zur Beurteilung der Tragsicherheit muss auch die Stabilität betrachtet werden. Stabilitätsversagen, wie Knicken, Kippen (Biegedrillknicken) und Beulen, kann bereits bei geringer Ausnutzung der Werkstofffestigkeit auftreten. Konventionelle Methoden sind bei komplexen Strukturen nur begrenzt anwendbar.

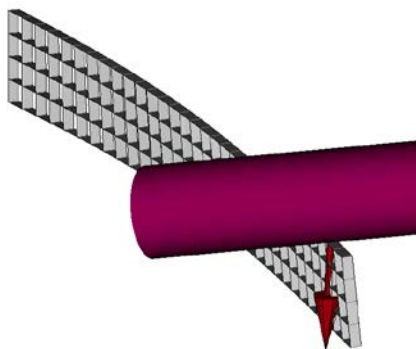
Die FEM ermöglicht die Stabilitätsuntersuchung von verformten Strukturen unter Einwirkung äusserer Lasten.

Beispiel: Durch die Sterilisierung von Konservendosen entsteht in diesen ein Vakuum. Unter diesen Bedingungen darf die Dose nicht beulen. Die FE-Analyse liefert die Sicherheit gegenüber diesem Grenzzustand (mit linearen und nicht-linearen Methoden).



Stabilitätsuntersuchung: Konservendose unter Vakuum, 3D

Beispiel: Vor allem schmale/schlanke Strukturen, welche um ihre starke Achse auf Biegung beansprucht sind, können bei geringer Ausnutzung der Festigkeit kippen.

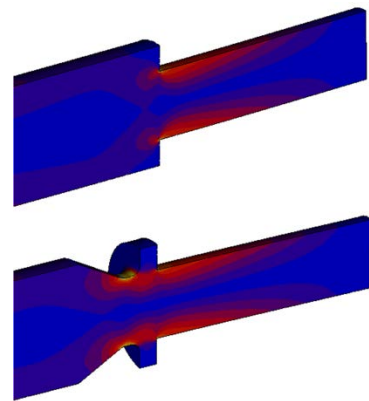


Stabilitätsuntersuchung: Kippen eins schmalen Biegeträgers, 3D

FESTIGKEITSANALYSE / STATIK

Für den Festigkeitsnachweis von Strukturen stehen viele konventionelle Methoden zur Verfügung. Ist die Struktur komplexer oder sind nicht nur Nenn- sondern auch Struktur- und Kerbspannungen von Interesse, liefert die FEM die Ergebnisse.

Beispiel: Konstruktionsdetails könne auf ihre Wirkung untersucht werden. Ebenfalls liefert die FEM Ergebnisse zur Beurteilung der Ermüdung (Lebensdauer) und der Gebrauchstauglichkeit (Verformung).

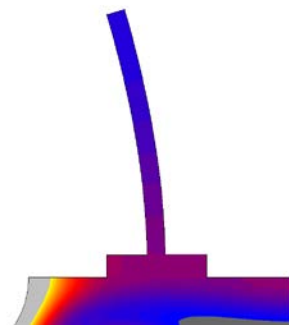


Festigkeitsanalyse: Konstruktionsdetail Wellenstumpf, 3D

THERMISCHE ANALYSE

Temperaturen spielen in der technischen Welt oft eine bedeutende Rolle. Mit FE-Analysen kann das thermische Verhalten allein oder das thermisch-mechanische (mit Verformungen und Spannungen) simuliert werden.

Beispiel: Ein Bimetall verformt sich aufgrund der Temperatur, welche sich durch den Wärmefluss erhöht.



Thermisch-Mechanische Simulation: Bimetall verformt sich, 2D