



Simcenter Submodeling

von Sebastian Döpke

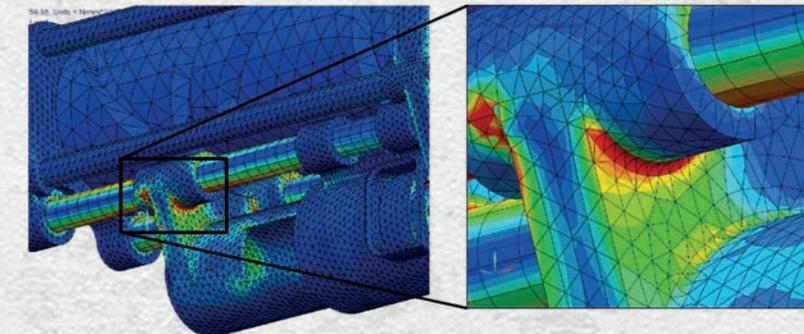
Seit 2010 bin ich als CAE Consultant und Berechnungsingenieur bei der CAE Innovative Engineering GmbH beschäftigt. Im Rahmen der Vertriebspartnerschaft mit Siemens PLM umfassen meine Aufgaben die Ausarbeitung geeigneter Simulationsprozesse sowie die Programmierung von Simulations-Tools.

Aufgabenstellung:

Die Anforderungen an die Abbildung physikalischer Vorgänge haben in den letzten Jahren mehr und mehr zugenommen. Die Komplexität der Berechnungen steigen an, immer mehr physikalische Effekte werden untersucht und die Modelle werden zudem immer detailgetreuer. Allerdings steigt die zur Verfügung stehende Rechnerkapazität nicht im gleichen Maße an. Dies führt dazu, dass Berechnungen nicht mehr über Nacht durchrechnen, und somit lange Wartezeiten in Kauf genommen werden. Jede Änderung der Eingangsgrößen, z. B. eine Drucklast auf das Bauteil, führt zu einer Neuberechnung und somit wieder zu langer Wartezeit.

Um eine ordnungsgemäße Ergebnisbewertung durchführen zu können, müssen die Bauteile an den Auswertestellen ausreichend fein vernetzt werden. Oft kennt man im Vorfeld allerdings nicht die Stelle, die kritische Dehnungen oder Spannungen aufweist.

Dies soll die folgende Abbildung verdeutlichen: Das Bild zeigt auf der linken Seite eine Baugruppe mit mehreren Komponenten. Dargestellt ist das Netz und überlagerte Spannungsergebnisse. In der Detailaufnahme (Bild rechts) ist der Bereich der Spannungskonzentration zu sehen. Die Berechnung liefert zwar die Bereiche mit höherer Belastung, jedoch lässt sich wegen der zu groben Vernetzung und großen Spannungsgradienten keine qualitative Aussage über die Spannungshöhe treffen.



Baugruppe einer Brühleinheit, von Mises Vergleichsspannungen

Detailaufnahme der Spannungskonzentration

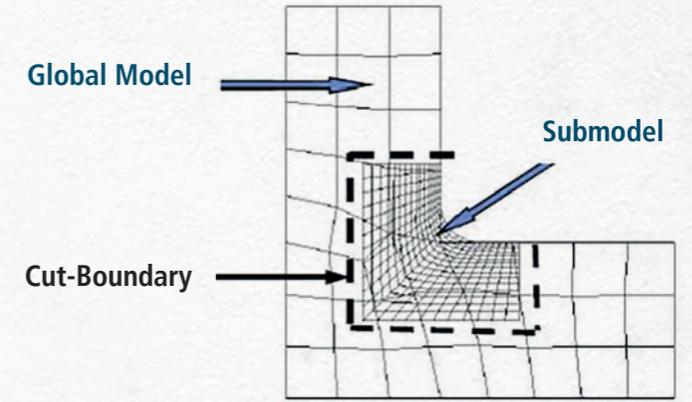
Als Folge zur qualitativen Bewertung muss der dargestellte Bereich feiner vernetzt werden und die Rechnung neu gestartet werden. Wegen der Berücksichtigung verschiedener Lastfälle, Kontaktsituationen und der Modellgröße müssen erhebliche Rechenzeiten bzw. Wartezeiten in Kauf genommen werden.

Eine prinzipielle Abhilfe stellt die Methode der Submodell-Technik dar. Dabei wird der Bereich um die Auswertestelle extrahiert und fein vernetzt, es entsteht ein sogenanntes „Submodell“. Die Verschiebungen des groben Modells werden auf die Randflächen des Submodells übertragen und neu gerechnet. Da das Submodell in der Regel nur einen Bruchteil der Größe des groben Modells aufweist und Kontaktsituationen entfallen, stehen die Ergebnisse trotz sehr feiner Vernetzung innerhalb von Minuten bereit.

Die folgenden Grafiken illustrieren den Prozess:

1. Das dargestellte Netz zeigt das grobe Modell. Die Kerbe im Winkel soll genauer untersucht werden.
2. Der gestrichelte Rahmen stellt die Begrenzung des Submodells dar. Es wird ein geometrisches Modell mit diesen Dimensionen erzeugt und fein vernetzt. Geometrische Details wie Radien können hinzugefügt werden, sofern sie keinen gravierenden Einfluss auf die Steifigkeit haben.

3. Die Verschiebungsergebnisse des groben Modells werden an den Berandungsflächen des Submodells interpoliert. Nun kann das Submodell gerechnet werden und eine Auswertung erfolgen.



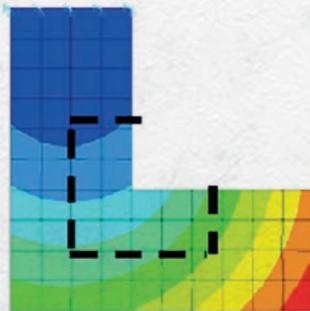
Überlagerung Grobmodell und Submodell

Die Vorgehensweise hat jedoch einen Haken: Sie erfordert einen deutlichen Aufwand zur Modellerzeugung des Submodells und zur Übertragung der Verschiebungsergebnisse.

Die folgende Grafik zeigt die Toolbar, die innerhalb von NX/Simcenter durch das Tool CAE Simcenter Submodeling bereitgestellt wird. Mithilfe der Toolbar und den programmierten Routinen lässt sich ein Submodell innerhalb von Sekunden aufbauen und rechnen. Insbesondere die geometrische Submodellerzeugung und das Übertragen der Verschiebungsrandbedingungen stellen einen erheblichen Zeitgewinn gegenüber der manuellen Vorgehensweise dar.

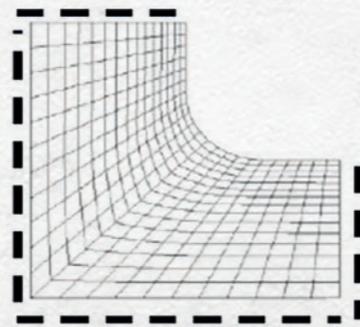
Aus diesem Grund habe ich ein Programm entwickelt, das die aufwendigen und fehleranfälligen Prozessschritte automatisiert durchführt. Das Tool „CAE Simcenter Submodeling“ erstellt innerhalb NX/Simcenter automatisiert die Geometrie des Submodells, übernimmt die Vernetzung sowie das Übertragen der Verschiebungsrandbedingungen. Zudem unterstützt es bei der Auswertung der Ergebnisse.

Solve coarse global model

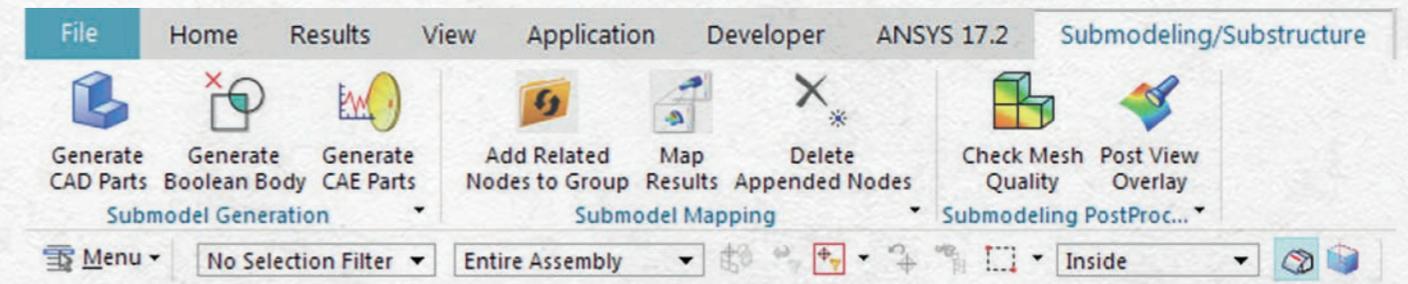


Globales Modell mit Verschiebungsergebnissen, Berandung des Submodells durch gestrichelte Linien dargestellt

Build submodel by creating new geometry

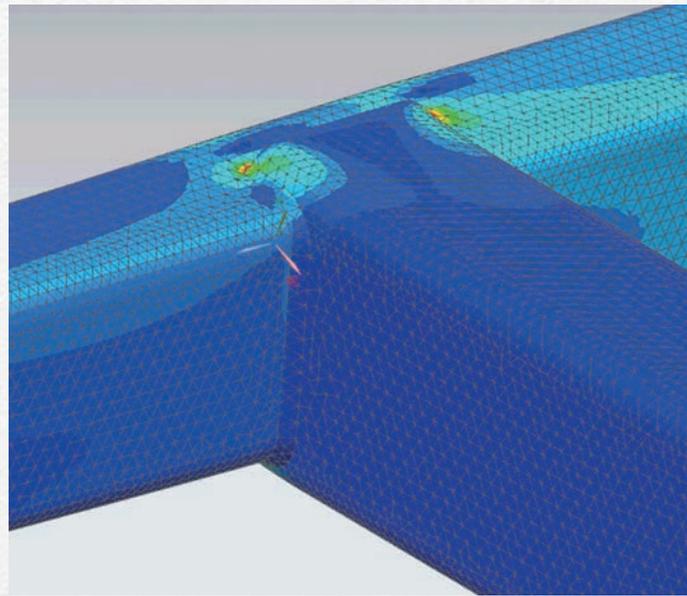


Submodell mit Berücksichtigung geometrischer Details und feiner Vernetzung

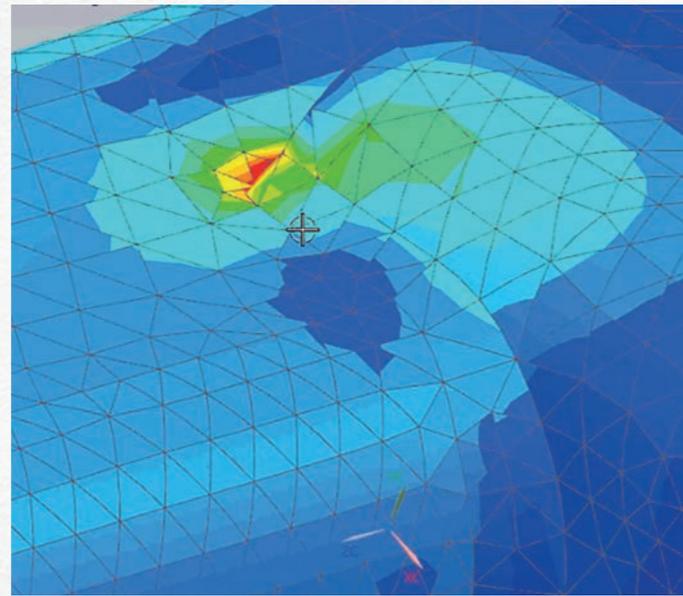


Im Folgenden wird der automatisierte Ablauf dargestellt:

Das folgende Bild zeigt eine Schweiß-Baugruppe aus Rechteckrohren. Die sichtbare Spannungserhöhung soll detaillierter bewertet werden. Aufgrund der groben Vernetzung ist eine Spannungsbewertung nicht möglich. Für diesen Bereich wird zur detaillierten Bewertung ein Submodell mithilfe des CAE Simcenter Submodeling erstellt.

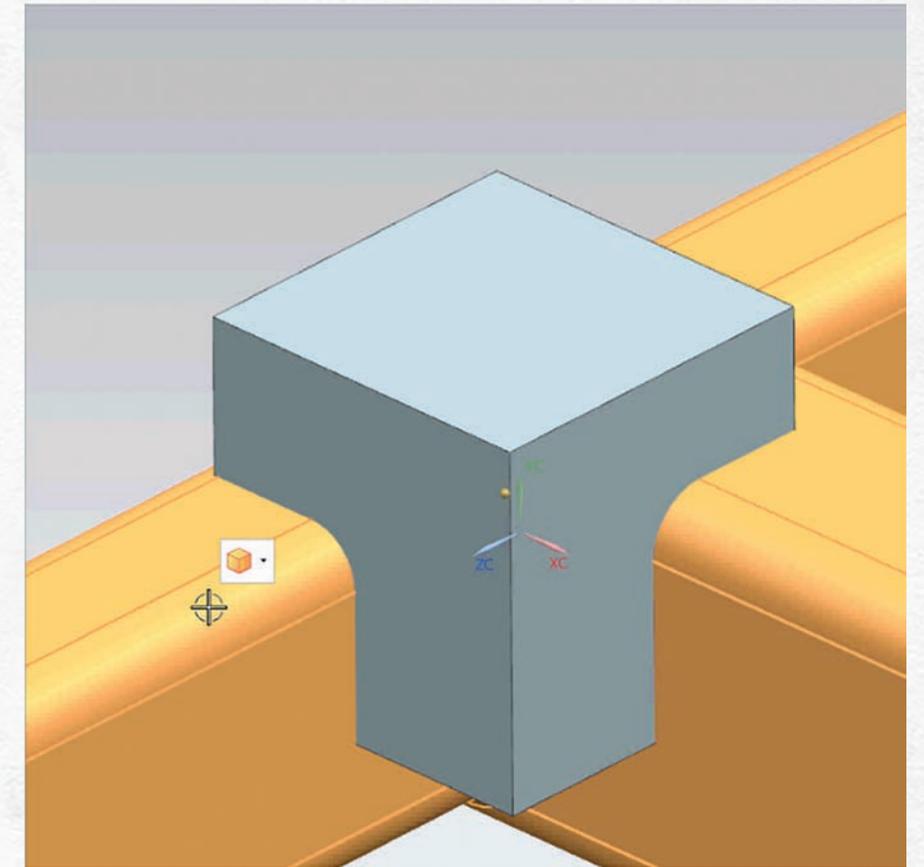
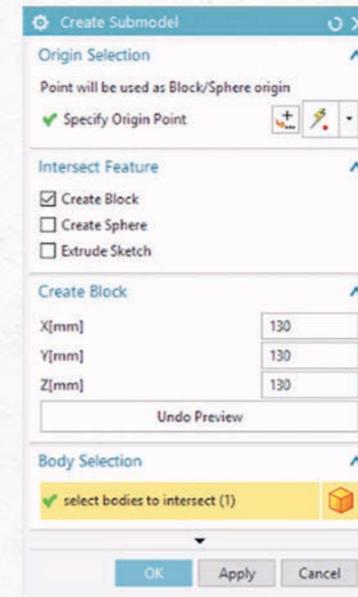


Schweiß-Baugruppe mit grober Vernetzung



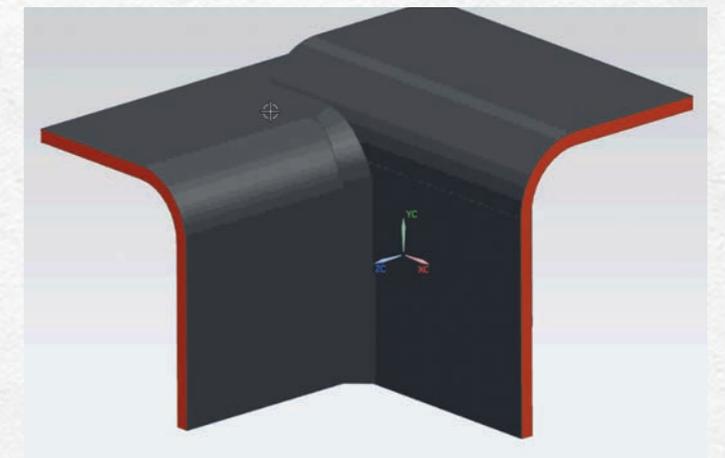
Detail der Spannungskonzentration in der Schweiß-Baugruppe

Das Tool identifiziert die zugrunde liegende CAD-Datei und erstellt eine neue CAD-Baugruppe mit einem assoziativen Körper. Dieser kann dann unabhängig von der originalen CAD-Datei verkleinert werden.



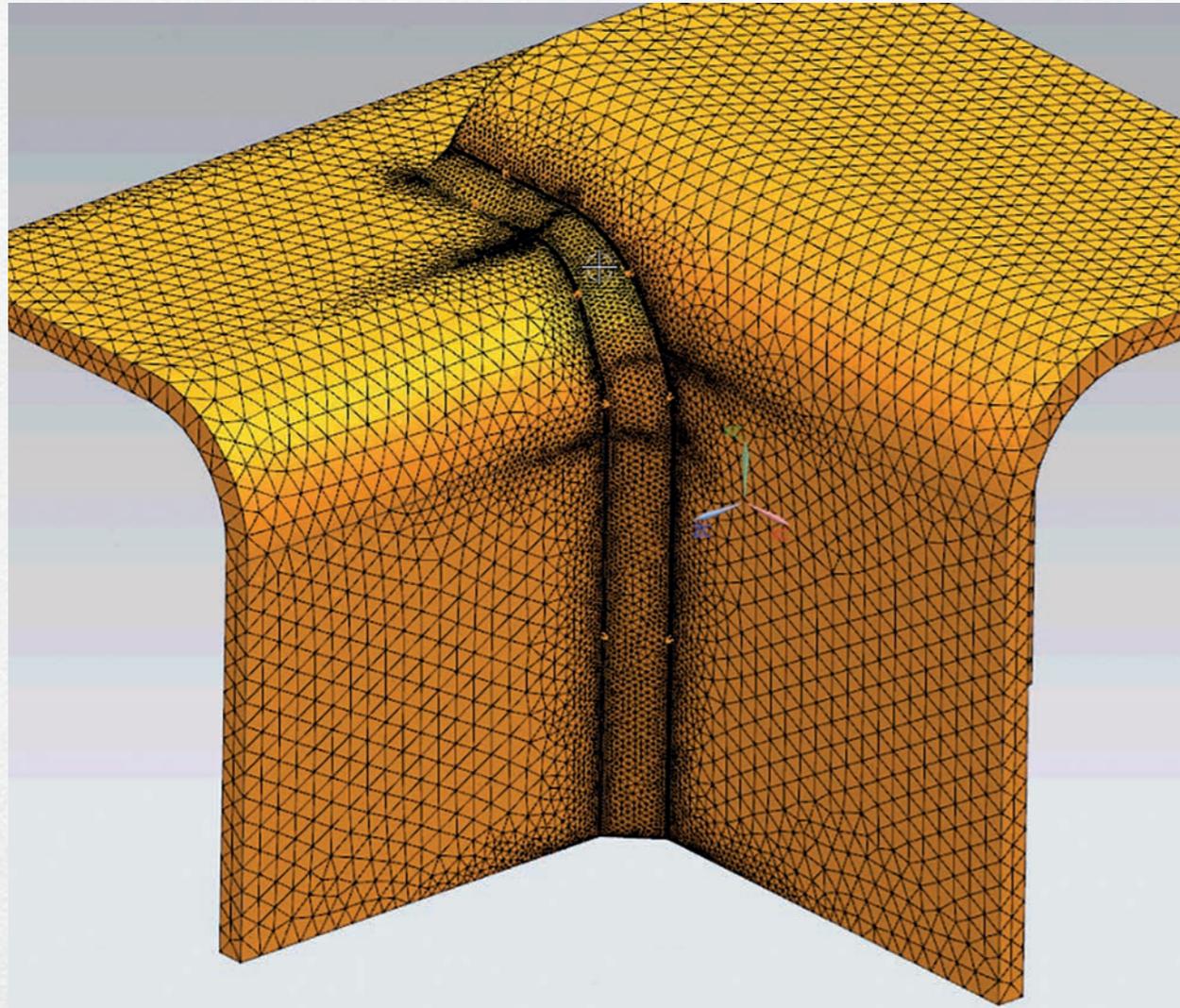
Dialog zur Erzeugung des Submodells

Ein Dialog unterstützt bei der geometrischen Erzeugung des Submodells. Mithilfe von Schnittkörpern wird der zu untersuchende Bereich erstellt. Das Bild oben rechts zeigt einen Quader, der mit den Rechteckprofilen verschnitten wird. Die untere Abbildung zeigt das Resultat der Booleschen Operation. Das Tool hat die Zuweisung der Berandungsflächen übernommen und die Flächen farblich markiert.

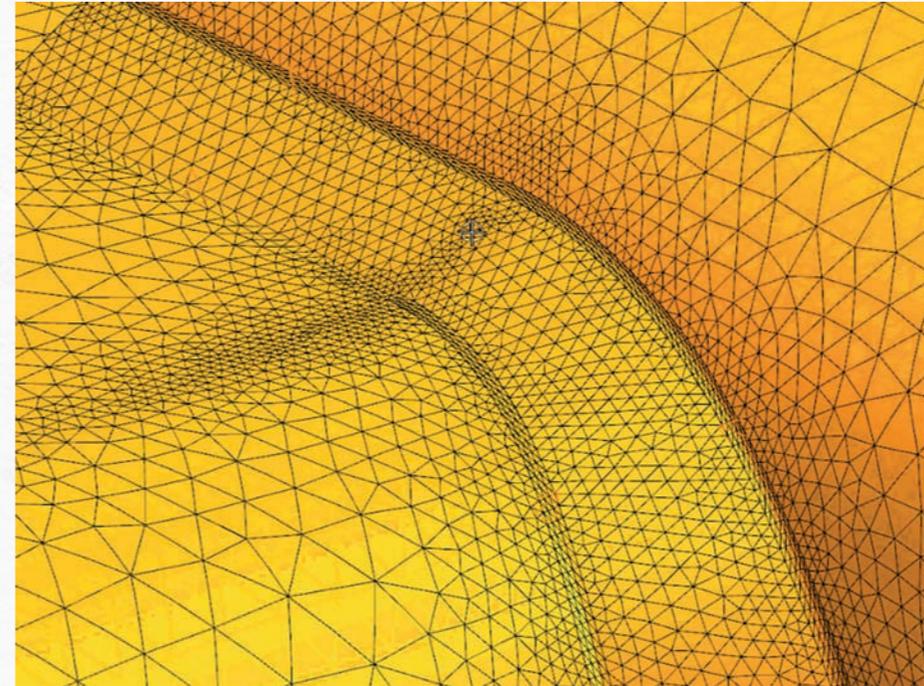


Fertig generierte Geometrie für das Submodell, inklusive der geometrischen Details und Zuweisung der Berandungsflächen

Im nächsten Schritt wird das Bauteil vollautomatisch vernetzt und die Verschiebungsergebnisse des groben Modells auf die Schnittflächen interpoliert. Die folgende Abbildung zeigt das vernetzte Submodell, der Bereich der Schweißnaht ist besonders fein vernetzt. Nun kann das Modell gerechnet werden.



Netz des Submodells



Detaillierte Ansicht des Netzes im Submodell, feine Vernetzung der Schweißnaht und am Übergang der Schweißnaht zum Bauteil

Fazit:

Im Vergleich zur herkömmlichen Neuberechnung grob vernetzter Strukturen lassen sich mithilfe der Submodelltechnik erhebliche Rechenzeiten sparen.

Durch den Einsatz des Tools „CAE Simcenter Submodeling“ lassen sich Submodelle innerhalb von Sekunden aufbauen und rechnen. Die programmierten Routinen übernehmen dabei die fehleranfälligen und zeitaufwendigen Prozessschritte, wie die Geometrieerstellung des Submodells und das Übertragen der Verschiebungsrandbedingungen.

Somit ist eine präzise Aussage der Berechnungsergebnisse, die sonst viele Stunden Wartezeit in Anspruch genommen hat, innerhalb von wenigen Minuten möglich.