

Vernetzungsanforderungen bei Strömungssimulationen

Einführung

Die Auflösung der Grenzschicht an den benetzten Wänden eines umströmten oder durchströmten Körpers bestimmt im wesentlichen die Genauigkeit der CFD-Ergebnisse. Sowohl im Temperaturfeld als auch im Geschwindigkeitsfeld bildet sich eine Grenzschicht aus, die sehr dünn werden kann im Vergleich zu den geometrischen Abmessungen. Die Dicke der Grenzschicht hängt von den Strömungsgeschwindigkeiten ab, also von der Reynoldszahl Re . Je größer Re , desto kleiner die Grenzschichten. In dieser Grenzschicht nimmt die Geschwindigkeit von den hohen Werten im Strömungsfeld zur Wand hin (Haftbedingung $u=0$ m/s) schnell ab. Auch die Temperatur nimmt von der Temperatur in der Hauptströmung zu Wandtemperatur ab. Es liegen also große Geschwindigkeits- und Temperaturgradienten vor.

Wie und wann müssen diese Gradienten genau berechnet werden?

Wenn der Anwender an den Wärmeübergangskoeffizienten oder an den Widerstandsbeiwert c_w interessiert ist, so ist die exakte Auflösung dieser Grenzschichten im Rechnernetz von Nöten. Auch die genaue Vorhersage von Ablösungen ist nur mit einem feinen Netz an der Wand möglich.

Wie fein muss das Rechnernetz an der Wand werden?

Dafür gibt es den dimensionslosen Parameter y^+ , der wie folgt definiert ist:

$$y^+ = \frac{\rho y U_t}{\mu}$$

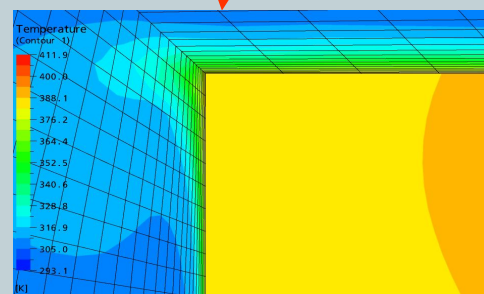
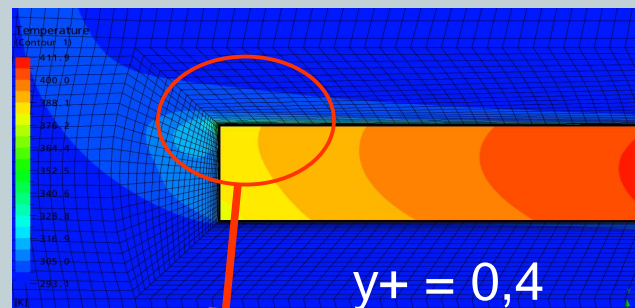
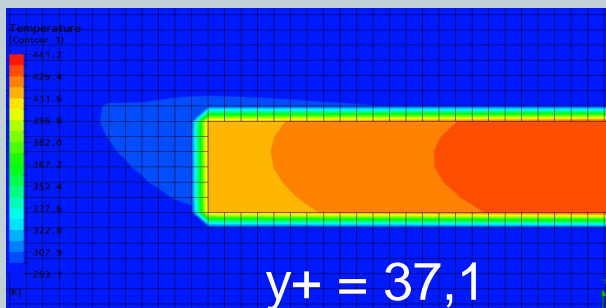
Dieser Wert sollte bei $y^+ \approx 1$ liegen, soll die Wandgrenzschicht genau aufgelöst werden.

An einem konkreten Beispiel soll die Abhängigkeit der Netzfeinheit auf das Temperaturfeld untersucht werden.

Vernetzungsanforderungen bei Strömungssimulationen

Praktisches Beispiel

Am Beispiel der Umströmung eines Balkens, der mit 50 W geheizt wird, kann man gut die Temperaturgrenzschicht erkennen. Im linken Bild ist zu erkennen, dass die Temperaturgrenzschicht mit nur EINEM Element aufgelöst wird – viel zu wenig, um den Temperaturgradienten und damit den Wärmestrom vom Festkörper auf das Fluid vorherzusagen. Im rechten Bild wurde nun das Rechenetz wesentlich



feiner ausgeführt und die Netzpunkte an die Wand verzerrt. Man kann deutlich erkennen, wie nah die Netzpunkte an die Wand verzerrt werden müssen, um den Temperaturgradienten aufzulösen.

Im Vernetzer CFX-Mesh 10 kann ein $y+$ -Wert und eine Reynoldszahl vorgegeben werden. Damit ist es sehr einfach, die Layers einer Prismenschicht nah genug an die Wände zu verzerrern.

Inflation	
Number of Inflated Layers	30
Expansion Factor	1.3
Number of Spreading Iterati...	0
Minimum Internal Angle [De...	18
Inflation Option	Set using $y+$
$y+$	1.0
Reynolds Number	1000000.0
Reference Length [mm]	2
First Prism Height [mm]	4.79906191582451E-05
Extended Layer Growth	Yes