

ELBA-Fahrzeugrahmen (Ausschnitt)

Auswahl möglicher ermüdungskritischer Punkte

## **6.2 Rippe quer (Knödel)**

Beispielrechnung für einen längsbeanspruchten Blechstreifen mit aufgeschweißter Querrippe, modelliert als 2-D-Scheibe.

Geometrie:

10 mm	Dicke durchlaufendes Blech
60 mm	Länge durchlaufendes Blech
10 mm	Dicke Rippe
10 mm	Höhe Rippe

4 mm a-Maß der Doppelkehlnaht als gleichschenklige Flachnaht

0,5 mm Wurzelspalt

1,0 mm effektiver Kerbradius an einspringenden Ecken

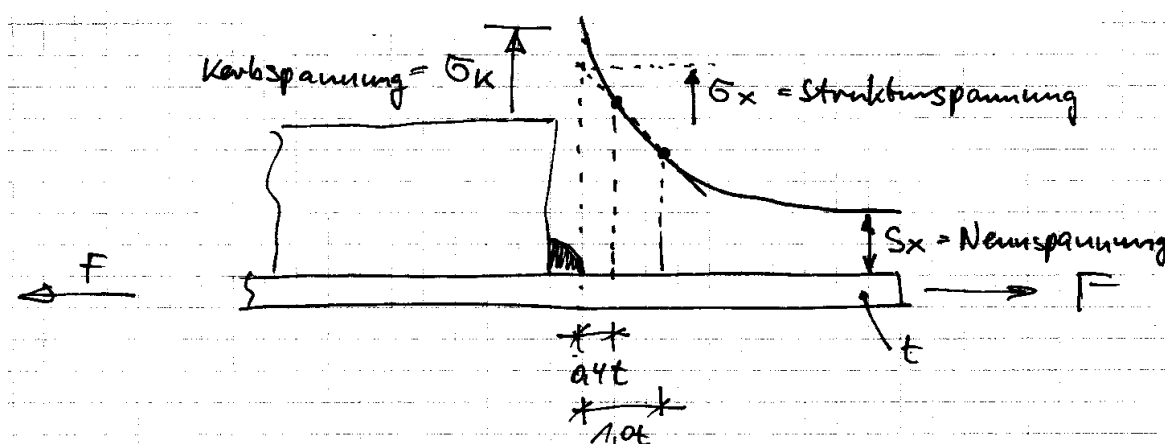
Aus Symmetriegründen wird nur 1/4-System modelliert.

Beanspruchung:

100 N/mm<sup>2</sup> eingestellte Nennspannung im durchlaufenden Blech

Kenngrößen der Berechnung:

ANSYS 5.3, SHELL181 (4 Knoten Schalelement), lineare Berechnung

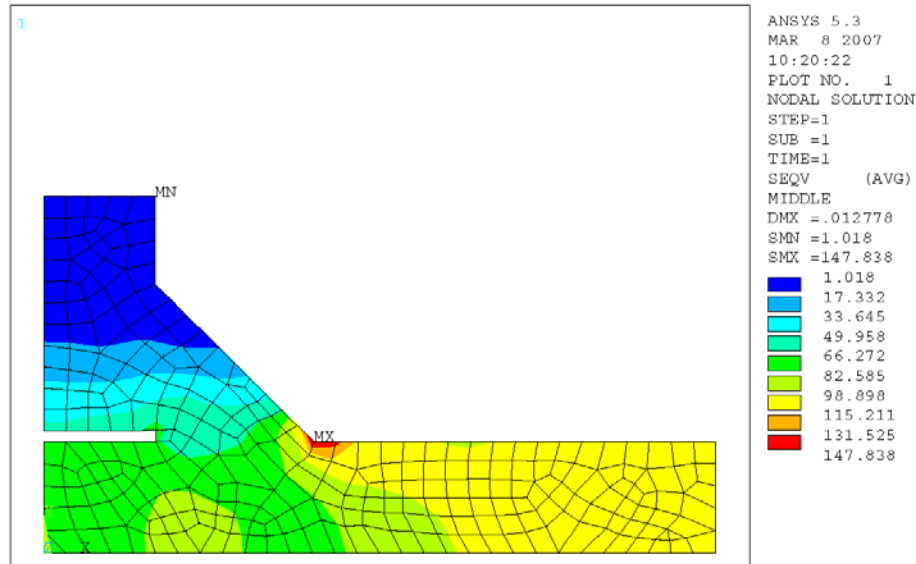


Auswertung der Strukturspannungen (siehe Knödel 2006)

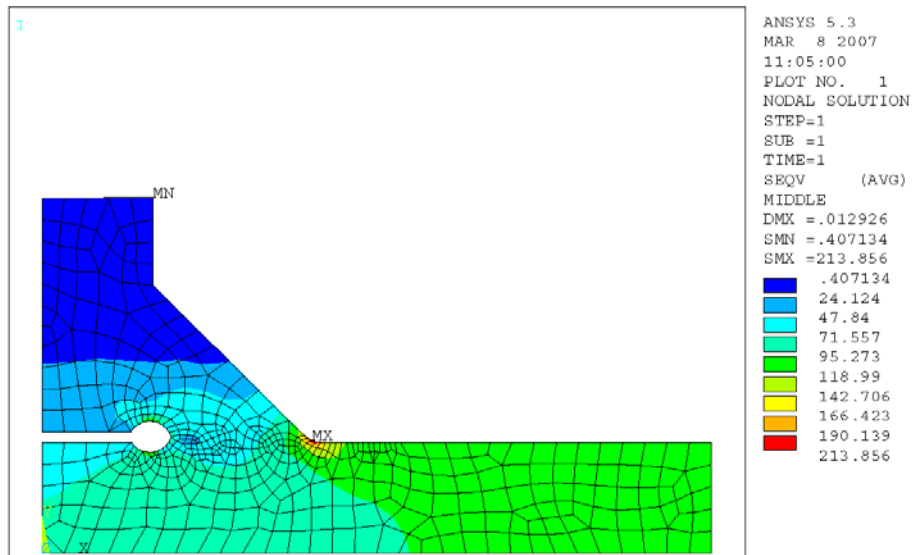
Ergebnisse:

Nr.	Elementgröße grob [mm]	Elementgröße fein [mm]	Kerbspannung [N/mm <sup>2</sup> ]	Strukturspannung [N/mm <sup>2</sup> ]	Bemerkung
1	1,0	1,0	147,8	101,6	keine Ausrundungen Spannungsminimum in der Rippen-ecke
2	1,0 = 1/1	0,25 = 1/4	213,9	101,0	mit Ausrundungen
3	0,5 = 1/2	0,125 = 1/8	227,1	101,0	

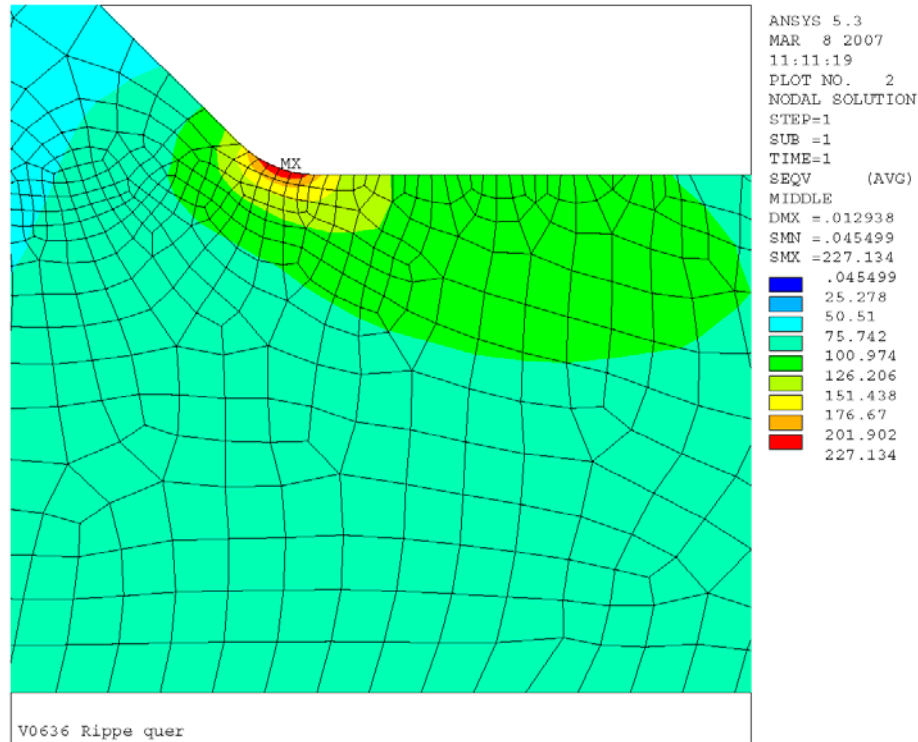
5	0,25 = 1/4	0,0625 = 1/16	223,2	96,5	I/O-Zeit 2 Minuten
6	0,5 = 1/2	0,050 = 1/20	232,5	101,0	
4	0,10 = 1/10	0,025 = 1/40	300,9	126,2	I/O-Zeit 40 Minuten



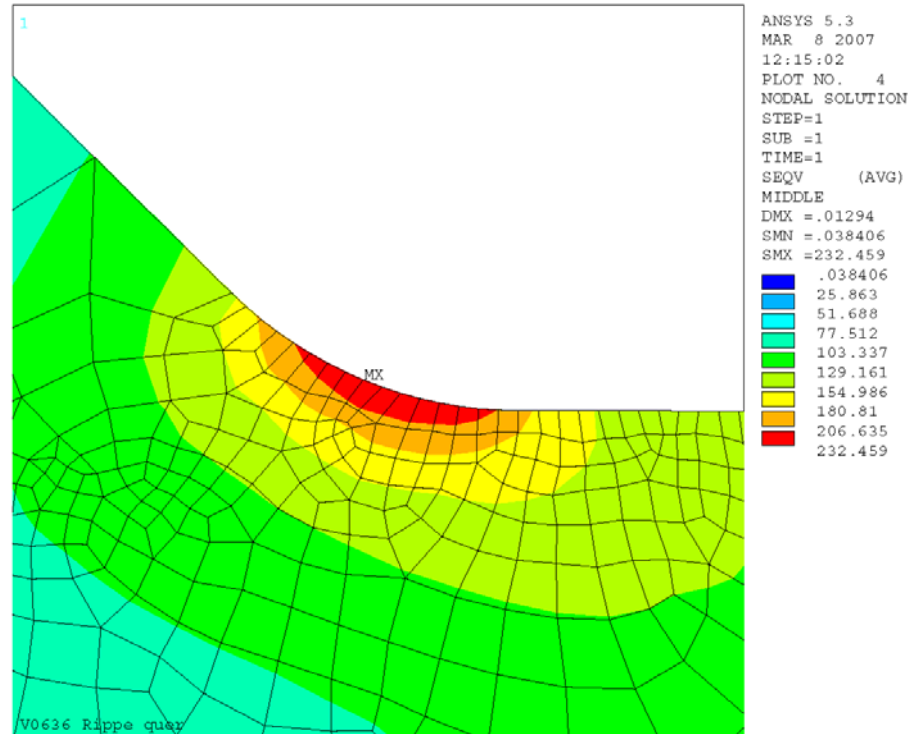
Elementeinteilung und Vergleichsspannungen zu Nr. 1



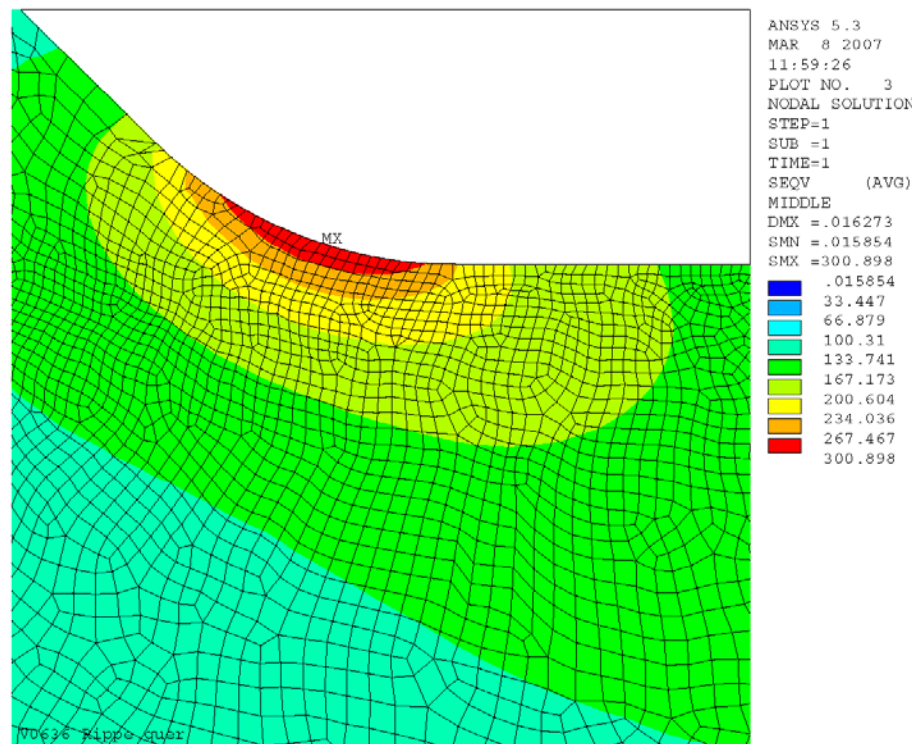
Elementeinteilung und Vergleichsspannungen zu Nr. 2



Elementeinteilung und Vergleichsspannungen zu Nr. 3



Elementeinteilung und Vergleichsspannungen zu Nr. 6



Elementeinteilung und Vergleichsspannungen zu Nr. 4

Die Ergebnisse sind in dieser Form unschlussig, man müsste noch etliche Rechnungen machen, um diese Unstimmigkeit aufzuklären.

- Was ist der „richtige“ Wert für die Kerbspannung – ca.  $235 \text{ N/mm}^2$  ?  
(dann wäre der Wert  $300 \text{ N/mm}^2$  aus Rechnung Nr. 4 unplausibel)
- Oder liegt der „richtige“ Wert bei  $300 \text{ N/mm}^2$  und die Konvergenz bei  $235 \text{ N/mm}^2$  ist nur scheinbar – „hingesteuert“ durch die Elementeinteilung?

Hinweis:

Dr. Telljohann erhält in einer 3-D-Rechnung den Wert  $270 \text{ N/mm}^2$

~~Würde man den Wert  $235 \text{ N/mm}^2$  als zutreffend für die Kerbspannungen betrachten, dann erhielte man aus dem Verhältnis von Kerbspannung und Nennspannung eine Formzahl von 2,35.~~

~~Mit der oben für den Fahrzeugrahmen ermittelten zulässigen Kerbspannungsamplitude von  $117,3 \text{ N/mm}^2$  erhält man daraus eine zulässige Nennspannungsamplitude von~~

- Die beiden vorgenannten Punkte führen dazu, daß man sich in der Bemessungspraxis mit einem Mix aus allen angebotenen Methoden behilft. Grundsätzlich weist man die meisten Details nach den klassischen Kerbfall-Listen nach, sofern eine Einstufung einigermaßen möglich ist. Ansonsten ermittelt man die Kerbspannungen an einem – aus wissenschaftlicher Sicht – möglicherweise deutlich zu grobem Netz, kalibriert diese Berechnungen jedoch mit einem Netz vergleichbarer Grobheit an einem der abgesicherten Standard Kerbfälle, z.B. „Rippe quer mit Kehlnähten“.
- Die Anwendung der FKM-Richtlinie einschließlich des damit verbundenen hohen Bearbeitungsaufwandes lohnt sich dann, wenn man Serienteile hat, wie z.B. die oben beschriebenen Jochbleche der Fa. Maurer.