

Deutsche Bahn AG
Technik/Beschaffung
DB Systemtechnik
T.TZF 951
Simulation Strukturmechanik
und Fahrtechnik
Pionierstraße 10
D – 32423 Minden

Untersuchungsbericht

Festigkeitsuntersuchungen am Drehgestellrahmen der BR 628 mit FEM



Dokument: 04-I-001040-T.TZF95-UN-0720

Datum: 08.03.2005

Durchführung: DB Systemtechnik
Simulation Strukturmechanik
und Fahrtechnik – T.TZF 95 1-
Pionierstraße 10
32423 Minden



249967 QM(T.TZF95)

Anwendung eines durch die DQS GmbH
Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen
zertifizierten Qualitätsmanagementsystems

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Objekte. Dieser Bericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf zusätzlich der Zustimmung von T.TZF 951.

Inhaltsverzeichnis

1	Angaben zum Auftrag.....	5
1.1	Einleitung und Aufgabenstellung	5
2	Gegenstand der Untersuchung	5
2.1	Drehgestellrahmen.....	5
2.2	Koordinatensystem	6
2.3	Schadensbild	6
2.4	Werkstoffkennwerte	7
3	FEM-Modell und Lastfälle.....	7
3.1	FEM-Modell.....	7
3.2	Lastfälle.....	9
3.2.1	Außergewöhnliche Lastfälle	9
3.2.2	Betriebliche Lastfälle	10
3.2.3	Überlagerung der betrieblichen Lastfälle	11
3.2.4	Zusammenfassung der Lastfälle	12
4	Ergebnisse	13
4.1	Außergewöhnliche Beanspruchung	13
4.2	Betriebliche Beanspruchung	14
5	Zusammenfassung	15
6	Unterschriften	15
7	Literatur	16
8	Anhang	17
8.1	Lastfall 1.....	17
8.2	Lastfall 2.....	23
8.3	Lastfall 3.....	29
8.4	Lastfall 4.....	35
8.5	Lastfall 5.....	41
8.6	Lastfall 6.....	47
8.7	Lastfall 7.....	53
8.8	Lastfall 8.....	59
8.9	Lastfall 9.....	65
8.10	Lastfall 10.....	71
8.11	Lastfall 11.....	77
8.12	Lastfall 12.....	83

8.13	Lastfall 13.....	89
8.14	Lastfall 14.....	95
8.15	Lastfall 15.....	101
8.16	Lastfall 16.....	107

1 Angaben zum Auftrag

Auftraggeber:	Bearbeiter:
Herr Reinhard Kriz	Herr Ahmed Bouaid
Deutsche Bahn AG	Deutsche Bahn AG
Technik/Beschaffung	Technik/Beschaffung
DB Systemtechnik, T.TFT3	DB Systemtechnik, T.TZF95.1
Richelstr. 3 80634 München	Simulation Strukturmechanik und Fahrtechnik Pionierstr. 10 32423 Minden

Umfang des Berichtes und Anhang: Bericht 17 Seiten Anhang 95 Seiten

Verteiler: 2x Auftraggeber, 2x Auftragnehmer

1.1 Einleitung und Aufgabenstellung

Bei der Baureihe VT 628 sind Risse am Langträger des Drehgestellrahmens im Bereich der Schweißnähte festgestellt worden. Die Risse treten sowohl am Triebdrehgestell als auch am Laufdrehgestell auf. Zur Klärung der Ursachen soll im Bereich der Risszone das Spannungsniveau ermittelt werden.

Mit Hilfe der finiten Elemente Methode soll zur Ermittlung der Spannungen eine Festigkeitsberechnung des Drehgestellrahmens nach dem UIC-Merkblatt 515-4 durchgeführt werden.

2 Gegenstand der Untersuchung

2.1 Drehgestellrahmen

Im vorliegenden Bericht wurde ein Drehgestellrahmen von der BR 628 entsprechend der Aufgabenstellung untersucht. Er ist aus einzelnen Blechen zusammengeschweißt und besteht aus zwei Langträgern und einem Querträger. Im Anhang ist der Aufbau des Rahmes dargestellt. Der Drehgestellrahmen ist aus dem Werkstoff S 355 hergestellt.

2.2 Koordinatensystem

Das Koordinatensystem ist wie folgt definiert:

x-Richtung = Längsachse des Fahrzeugs

y-Richtung = Querachse des Fahrzeugs

z-Richtung = Hochachse des Fahrzeugs

2.3 Schadensbild

Bild 2.3 zeigt die zwei Rissbereiche im Bereich der Schweißnaht.

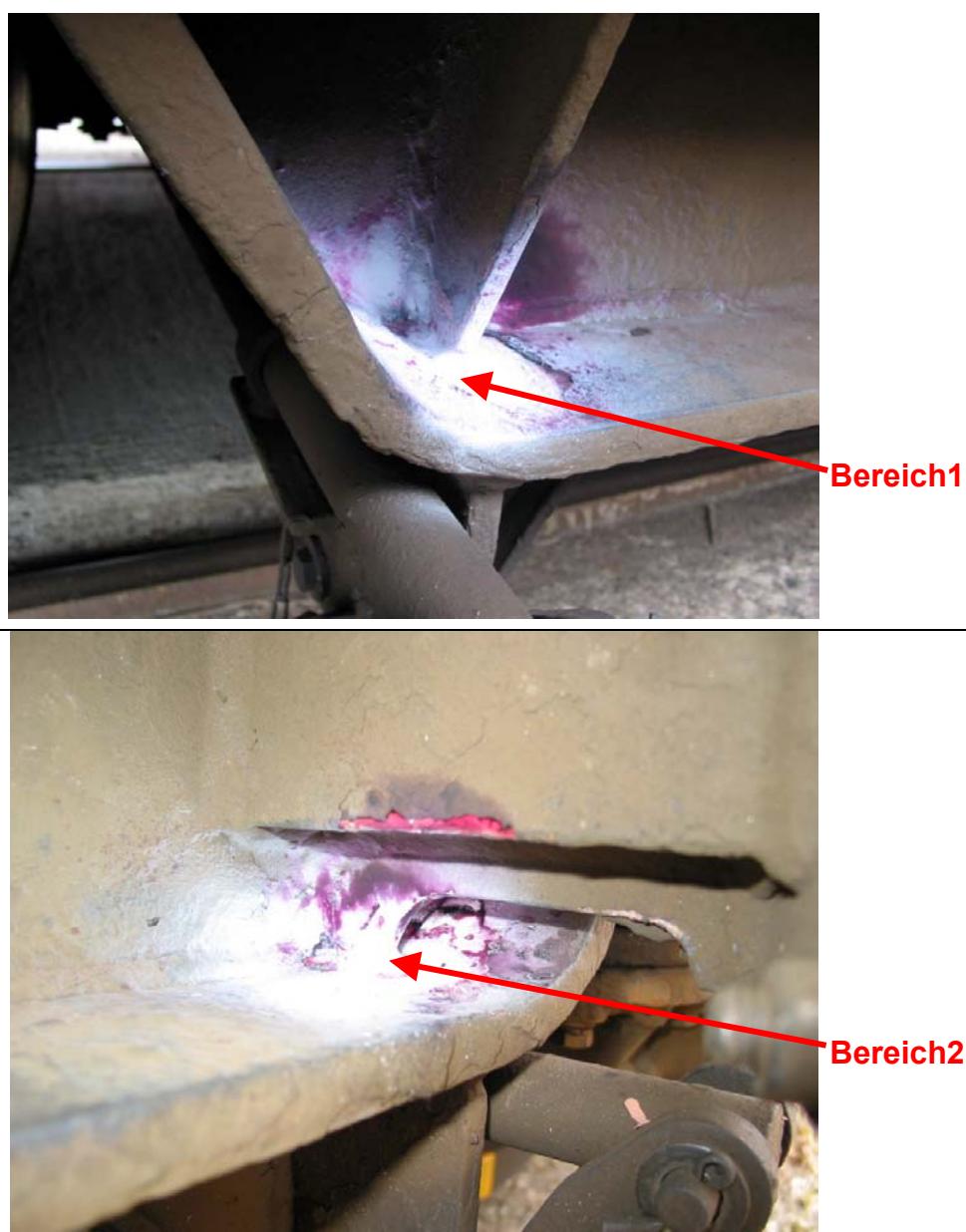


Bild 2.3: Rissbereiche

2.4 Werkstoffkennwerte

Für statische Lastfälle ist die Bewertung der Ergebnisse gegen die Streckgrenze zu führen. Hierbei wird zwischen Grundmaterial und Schweißnähten unterschieden. Bei der Bewertung der Schweißnähte ist die Streckgrenze mit einem Sicherheitsfaktor von 1,1 abzumindern [3].

Die Bewertung der betrieblichen Lastfälle erfolgt gegen die Dauerfestigkeit des Werkstoffes nach der DS 952 Anhang II. Die zulässige Spannung ist dabei vom Spannungsverhältnis R und von der Schweißnahtform und Güte abhängig.

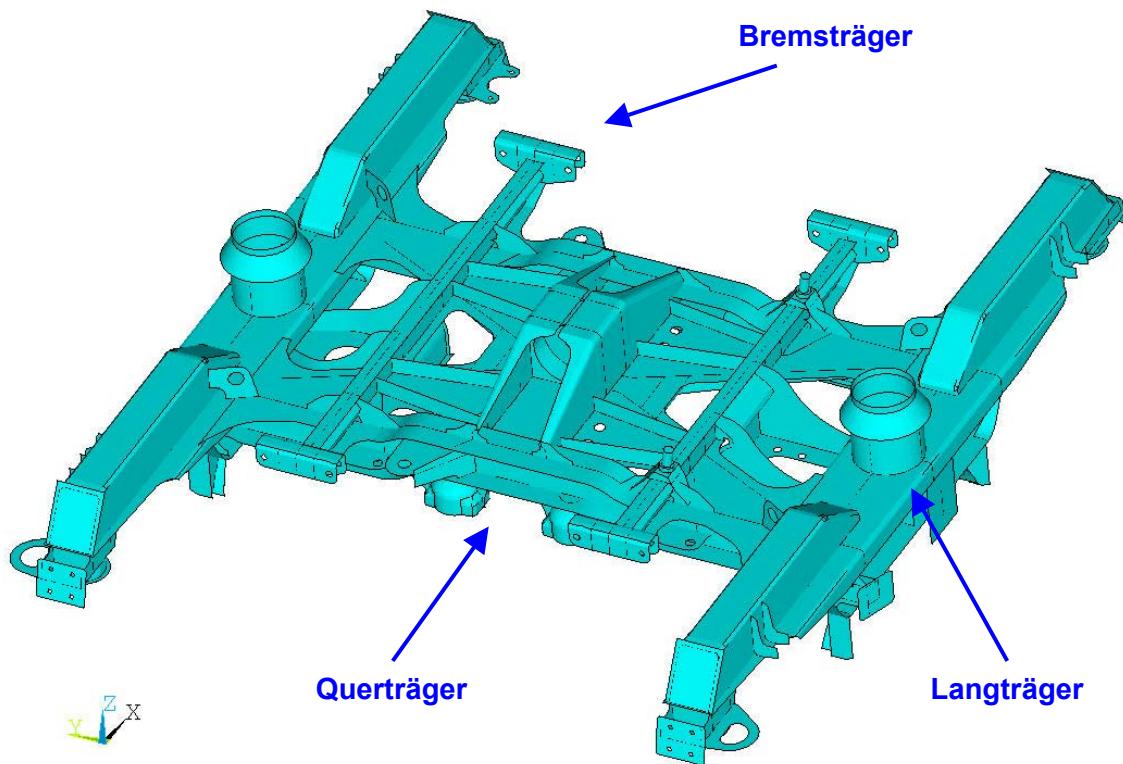
	Streckgrenze	σ_{zul} Grundmaterial	σ_{zul} Schweißnähte Kehlnähte
Statische Lastfälle	355 MPa	355 MPa	323 MPa
Betriebliche Lastfälle	355 MPa	130 MPa (R = -1)	52 MPa (R = -1)
Betriebliche Lastfälle	355 MPa	240 MPa (R = +1)	155 MPa (R = +1)

3 FEM-Modell und Lastfälle

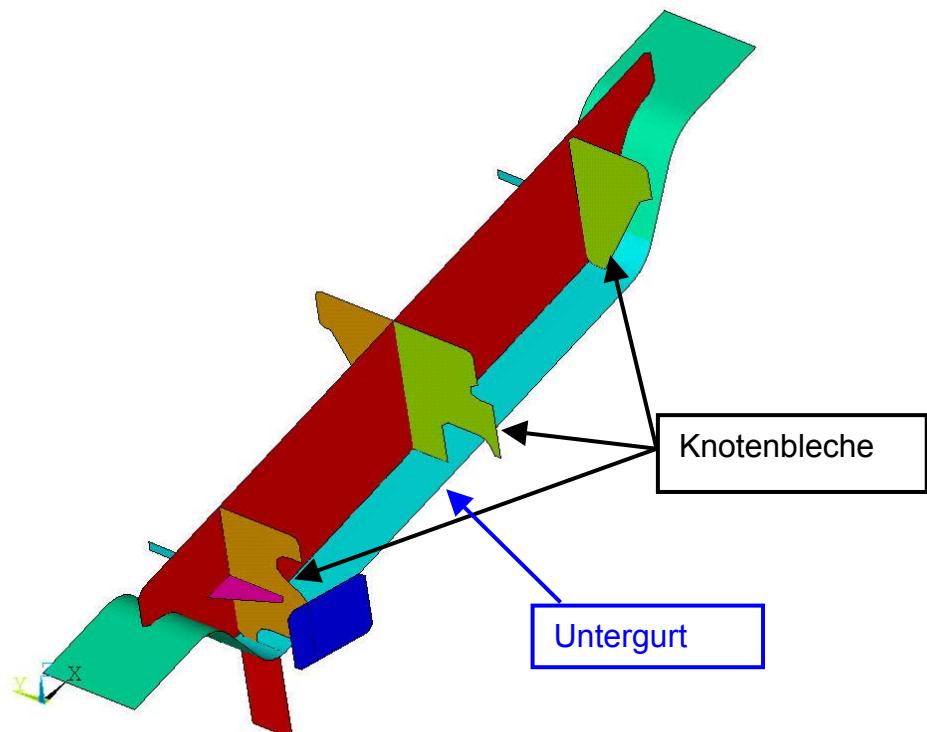
3.1 FEM-Modell

Für die Aufgabenstellung wurde ein Finite Elemente Modell vom Drehgestellrahmen der BR 628 aufgebaut. Das FE-Modell ist aus Schalenelementen (ANSYS Shell 63) idealisiert worden. In Bild 3.1 ist das FE-Modell zu sehen. Den Elementen wurde ein E-Modul von 21 GPa und eine Querkontraktionszahl von 0,3 zugewiesen.

Die Durchführung der linearen Berechnung des Finite-Elemente-Modells erfolgte mit dem FEM-Programm ANSYS Version 8.1 auf einer HP C3000 mit dem Betriebssystem HP-UX 11.00.



VT 628 Drehgestellrahmen



VT 628 Drehgestellrahmen

Bild 3.1: FE-Modell

3.2 Lastfälle

Grundlage für die Definition der Lastfälle ist das UIC-Merkblatt 515-4 (*Reisezugwagen, Festigkeitsprüfung an Strukturen von Drehgestellrahmen*).

Für die Berechnung der Aufgabenstellung wurden folgende Lastfälle betrachtet:

- **Außergewöhnliche Lastfälle**
- **Betriebliche Lastfälle**

3.2.1 Außergewöhnliche Lastfälle

Vertikalkraft $F_{z\max}$

Die Vertikalkraft F_z ist die Kraft, die sich aus dem Gewicht des Wagenkastens ergibt. Sie wird auf den Langträgern im Bereich der Sekundärfederung eingeleitet.

$$F_{z1\max} = F_{z2\max} = \frac{1,4xg}{2xn_b} [m_{WK}] = \frac{1,4x9,81 \frac{m}{s^2}}{2x2} x 40364 kg = 138,6 kN$$

n_b = Anzahl DG

m_{WK} = Gewicht Wagenkasten mit max. Zuladung

Querkraft F_y :

Im Folgenden wird die Querkraft F_y berechnet. Die Querkraft wird am Queranschlag aufgebracht. Es wird angenommen, dass die gesamte Querkraft über den Queranschlag übertragen wird.

$$F_{y\max} = 2 \left(10^4 + \frac{m_{vc1} x g}{3xn_e xn_b} \right) = 2 \left(10^4 + \frac{5100 kg x 9,81 \frac{m}{s^2}}{3x2x2} \right) = 103,4 kN$$

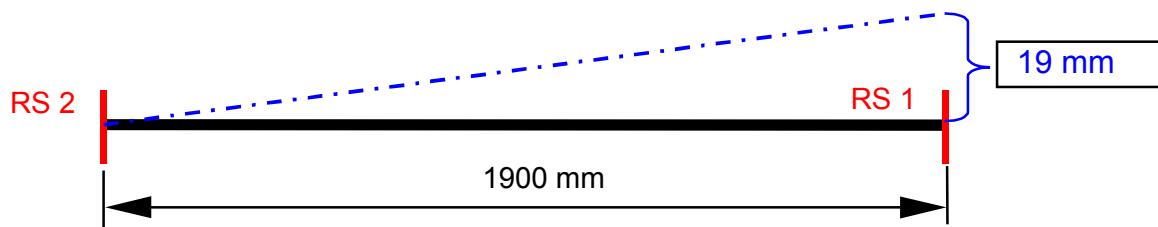
n_b = Anzahl DG

n_e = Anzahl RS pro DG

m_{vc1} = Gewicht des Fzs für den Versuch

Verwindung

Im folgenden wird die Vertikalverschiebung, die sich aus dem Verwindungslastfall ergibt, berechnet. Bei den Außergewöhnlichen Lastfällen wird eine Verwindungsbeanspruchung von 10 % zugrunde gelegt.



3.2.2 Betriebliche Lastfälle

Vertikalkraft Fz:

Die Vertikalkraft Fz ist die Kraft, die sich aus dem Gewicht des Wagenkastens ergibt. Sie wird auf die Langträger im Bereich der Sekundärfederung eingeleitet.

$$F_z = g \left(\frac{m_{vom} + 1,2 \times C_2 - 2m^+}{2 \times n_b} \right) = 9,81 \frac{m}{s^2} \left(\frac{39500 \text{ kg} + 11500 \text{ kg} - 11160 \text{ kg}}{4} \right) = 97,7 \text{ kN}$$

n_b	= Anzahl DG = 2
m_{vom}	= Masse Wagenkasten = 39500 kg
m^+	= DG-Masse = 5580 kg
1,2 C ₂	= max. Zuladung = 11500 kg

Querkraft Fy:

Im folgenden wird die Querkraft Fy berechnet. Die Querkraft wird auf einen der Langträger im Bereich des seitlichen Anschlags aufgebracht.

$$F_y = 0,5 \left(F_z + 0,5 \times m^+ \times g \right) = 0,5 \left(97700 \text{ N} + 0,5 \times 5580 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 62,5 \text{ kN}$$

Verwindung

Bei den betrieblichen Lastfällen wird eine Verwindungsbeanspruchung von 5 % zugrunde gelegt. Es ergibt sich damit eine Verschiebung von 9,5 mm am RS 1.

3.2.3 Überlagerung der betrieblichen Lastfälle

In der folgenden Tabelle wird eine Überlagerung der betrieblichen Lastfälle nach UIC 515-4 vorgenommen.

α - Wankkoeffizient = 0,1

β - Tauchkoeffizient = 0,2

Lastfall	F_{z1}	F_{z2}	F_y
Vertikallast	F_z	F_z	
Wanken ohne F_y	$F_z (1+\alpha-\beta)$	$F_z (1-\alpha-\beta)$	
Wanken mit F_y (Linksbogen)	$F_z (1+\alpha-\beta)$	$F_z (1-\alpha-\beta)$	F_y
Wanken + Tauchen ohne F_y	$F_z (1+\alpha+\beta)$	$F_z (1-\alpha+\beta)$	
Wanken + Tauchen mit F_y (Linksbogen)	$F_z (1+\alpha+\beta)$	$F_z (1-\alpha+\beta)$	F_y
Wanken ohne F_y	$F_z (1-\alpha-\beta)$	$F_z (1+\alpha-\beta)$	
Wanken mit F_y (Rechtsbogen)	$F_z (1-\alpha-\beta)$	$F_z (1+\alpha-\beta)$	$-F_y$
Wanken + Tauchen ohne F_y	$F_z (1-\alpha+\beta)$	$F_z (1+\alpha+\beta)$	
Wanken + Tauchen mit F_y (Rechtsbogen)	$F_z (1-\alpha+\beta)$	$F_z (1+\alpha+\beta)$	$-F_y$

Tabelle 3.3: Überlagerung der betrieblichen Lastfälle

3.2.4 Zusammenfassung der Lastfälle

Außergewöhnliche Lastfälle

LF	Fzmax1 [N]	Fzmax2 [N]	Fymax [N]	Verwindung
1	138600	138600		
2			103400	
3			-103400	
4	138600	138600		10 ‰ vr
5	138600	138600		10 ‰ vl

Betriebslastfälle

LF	Fz1 [N]	Fz2 [N]	Fy [N]	Verwindung
6	97700	97700		
7	87930	68390		
8 LB	87930	69390	62500	
9	127010	107470		
10 LB	127010	107470	62500	
11	68390	87930		
12 RB	68390	87930	-62500	
13 RB	107470	127010		
14	107470	127010	-62500	
15				5 ‰ vr
16				5 ‰ vl

Tabelle 3.2.4 : Zusammenfassung der Lastfälle

4 Ergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse wurde nur in den Rissbereichen durchgeführt. Eine Bewertung des gesamten Drehgestellrahmens war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Für die Auswertung wurden die Vergleichsspannungen nach *von Mises* herangezogen.

4.1 Außergewöhnliche Beanspruchung

Die Ergebnisse der außergewöhnlichen Belastungen werden im Bereich der Schweißnähte gegen die abgeminderte Streckgrenze bewertet.

Im Anhang 8.1 bis 8.5 sind die Ergebnisse der außergewöhnlichen Lastfälle grafisch dargestellt. Die Auswertung der Rechenergebnisse zeigt, dass im Bereich der Anbindung der Knotenbleche am Untergurt hohe Spannungen auftreten. Die hohen Spannungen treten an dem vorderen Knotenblech (Bereich 2) bei den Lastfällen Vertikallast und Verwindung auf. Durch die Querkraft werden im betroffenen Bereich geringe Beanspruchungen hervorgerufen.

Tabelle 4.1 zeigt die Bewertung der Ergebnisse im Bereich 1 und 2. Es wird die max. auftretende Spannung gegen den zulässigen Grenzwert verglichen. Die max. auftretenden Spannungen im Bereich der Schweißnaht betragen 332 MPa und treten im Bereich 2 beim Lastfall 4 und 5 auf.

	σ_{\max} [MPa]	σ_{zul} [MPa]	Auslastung %
Bereich 1	150	323	46
Bereich 2	332	323	103

Tabelle 4.1: Bewertung gegen die Streckgrenze

4.2 Betriebliche Beanspruchung

Die Bewertung der Ergebnisse der betrieblichen Belastung wird auf Grundlage der DS 952 Anhang II [2] durchgeführt.

Im Anhang 8.6 bis 8.16 sind die Ergebnisse der betrieblichen Lastfälle grafisch dargestellt.

Die Auswertung der betrieblichen Lastfälle zeigt, dass im Bereich der Anbindung der Knotenbleche am Untergurt ebenfalls hohe Spannungen auftreten. Die Auslastung im Bereich 1 beträgt 118 % und im Bereich 2 170 %.

Tabelle 4.2 zeigt die Bewertung der Ergebnisse im Bereich 1 und 2. Es wird die max. auftretende Spannung gegen den zulässigen Grenzwert verglichen. Die max. auftretenden Spannungen im Bereich der Schweißnaht betragen 204 MPa und treten im Bereich 2 beim Lastfall 10 auf.

	σ_{\min} [MPa]	σ_{\max} [MPa]	R	σ_{zul} [MPa] Kerbfall F	Auslastung %
Bereich 1	84	147	0,57	125	118
Bereich 2	111	204	0,54	120	170

Tabelle 4.2: Bewertung gegen die Dauerfestigkeit

5 Zusammenfassung

Am Drehgestellrahmen der Baureihe VT 628 sind an der Anbindung der Knotenbleche am Untergurt Risse im Bereich der Schweißnähte festgestellt worden.

T.TZF951 wurde beauftragt eine Festigkeitsberechnung vom Drehgestellrahmen durchzuführen, um

- das Spannungsniveau im betroffenen Bereich und
- die Ursachen für das Auftreten der Risse zu ermitteln

Die Berechnung hat gezeigt, dass die auftretenden Spannungen im betroffenen Bereich hoch sind. Die hohen Spannungen werden durch die Vertikalbelastung hervorgerufen. Die Auslastung in den beiden Bereichen liegt über 100 %. Im Bereich 2 liegt die Auslastung ca. 50 % höher als im Bereich 1.

Um mit dem Berechnungsmodell weiterführende Untersuchungen durchführen zu können, sollte zur Verifizierung des Berechnungsmodells eine Betriebsmessung, in der das Spannungsniveau im betroffenen Bereich bestimmt wird, durchgeführt werden. Mit dem verifizierten Berechnungsmodell können dann Sanierungslösungen berechnet werden.

6 Unterschriften

Minden, den

.....
Clemens Höppe
LT.TZF 95.1

.....
Ahmed Bouaid
TZF 95.1

7 Literatur

- [1] UIC-Merkblatt 515-4, Eisenbahnfahrzeuge für den Transport von Fahrgästen, Laufdrehgestelle - Laufwerke „Festigkeitsprüfung am Rahmen von Drehgestellen“, Jan. 1993
- [2] DS 952 Anhang II, Richtlinien für die Berechnung der Schweiß-Verbindungen, 01.01.1977
- [3] ERRI B 12/RP 17, Versuchsprogramm für Güterwagen, Drehgestelle, Drehgestellrahmen, 8. Ausgabe April 1996

8 Anhang

8.1 Lastfall 1

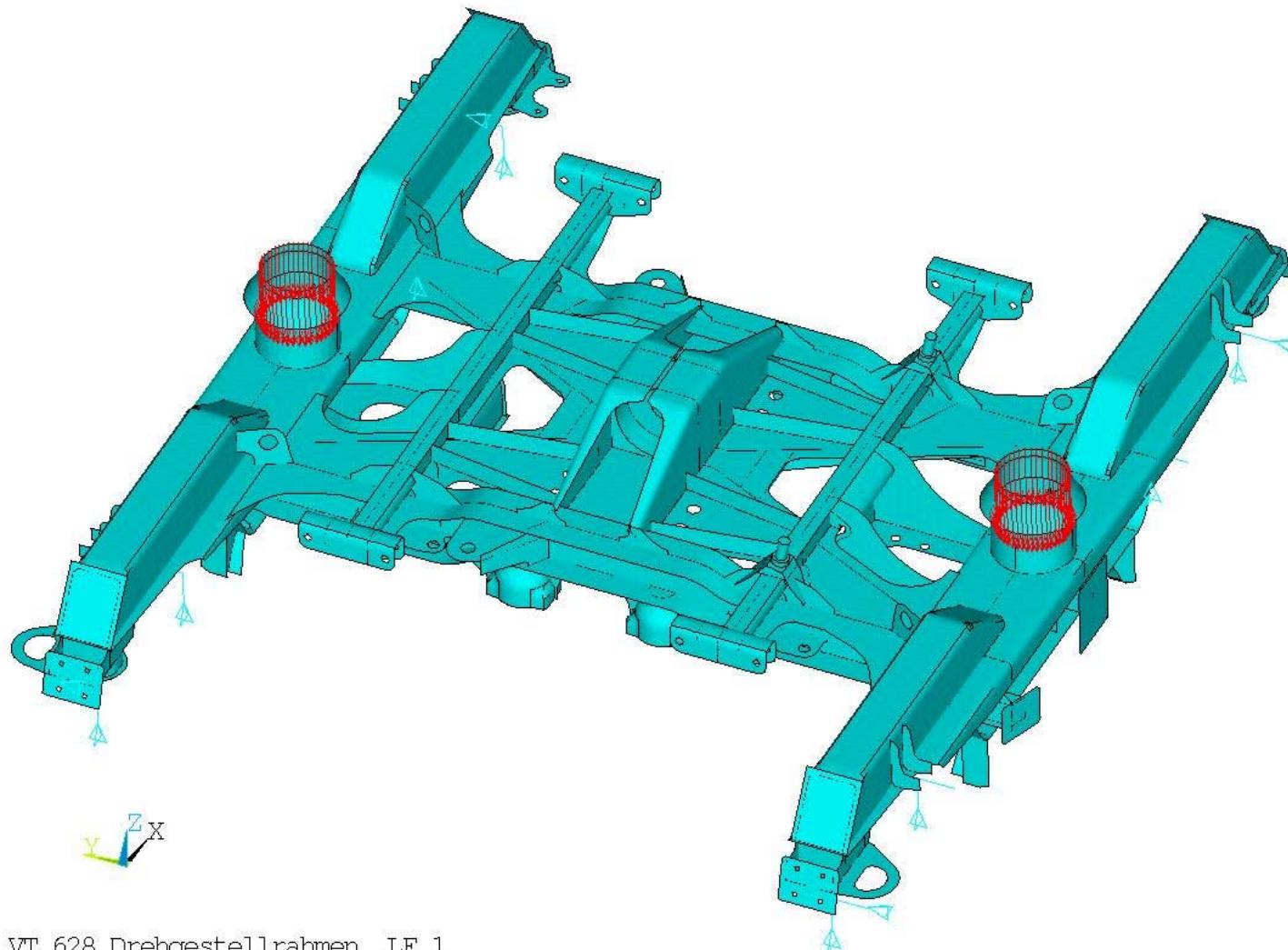
Bild 8.1.1: Lastfall 1

Bild 8.1.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.1.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.1.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.1.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 1

Bild 8.1.1: Lastfall 1

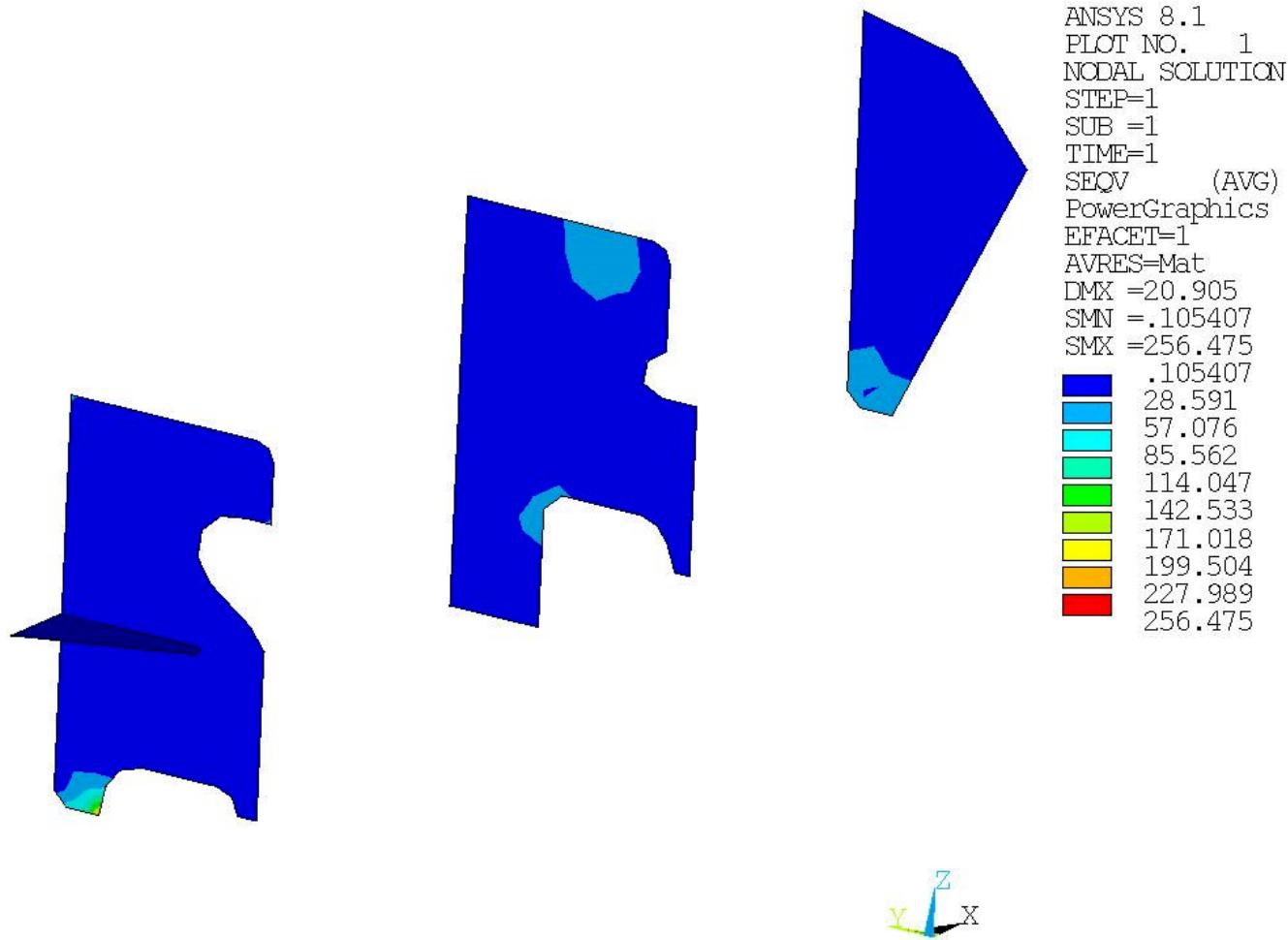
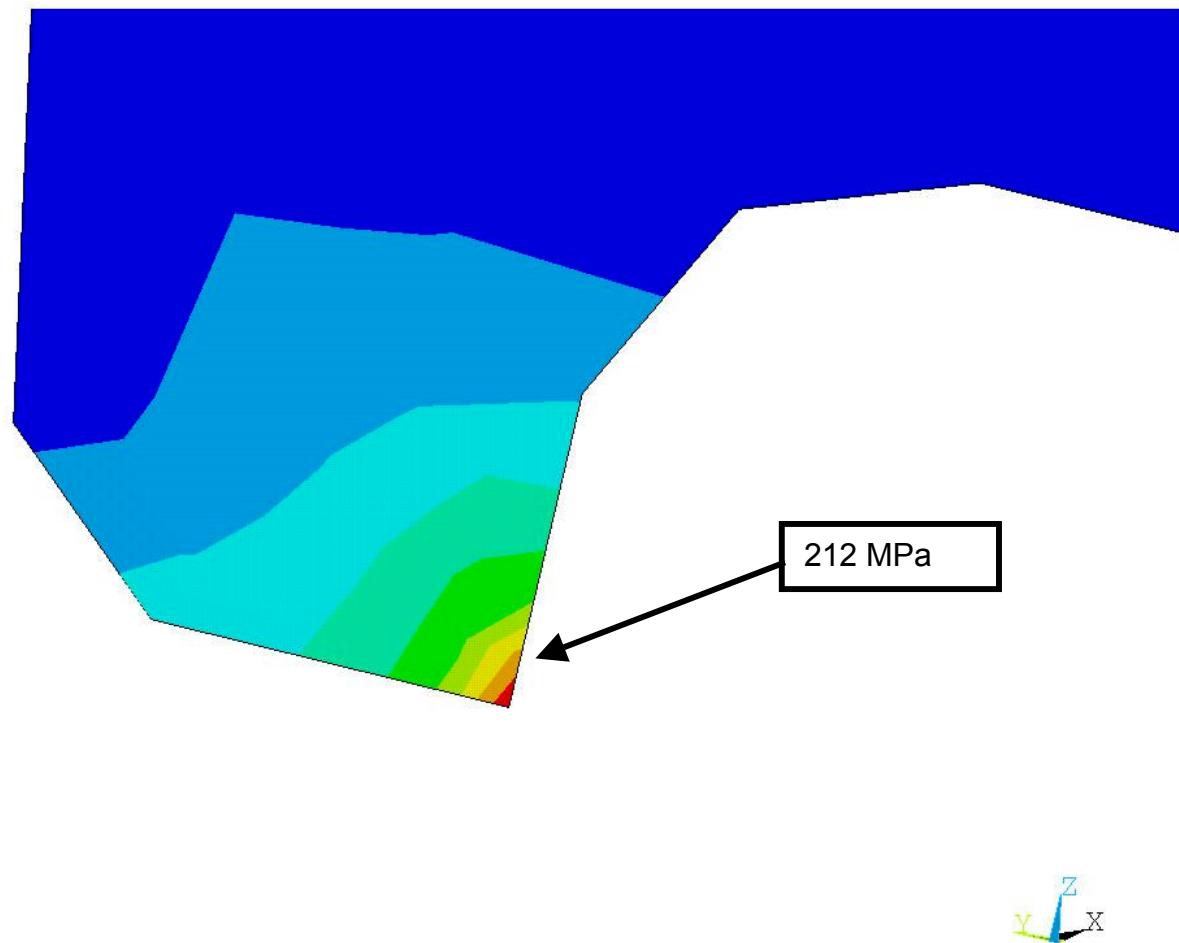


Bild 8.1.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 1

Bild 8.1.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

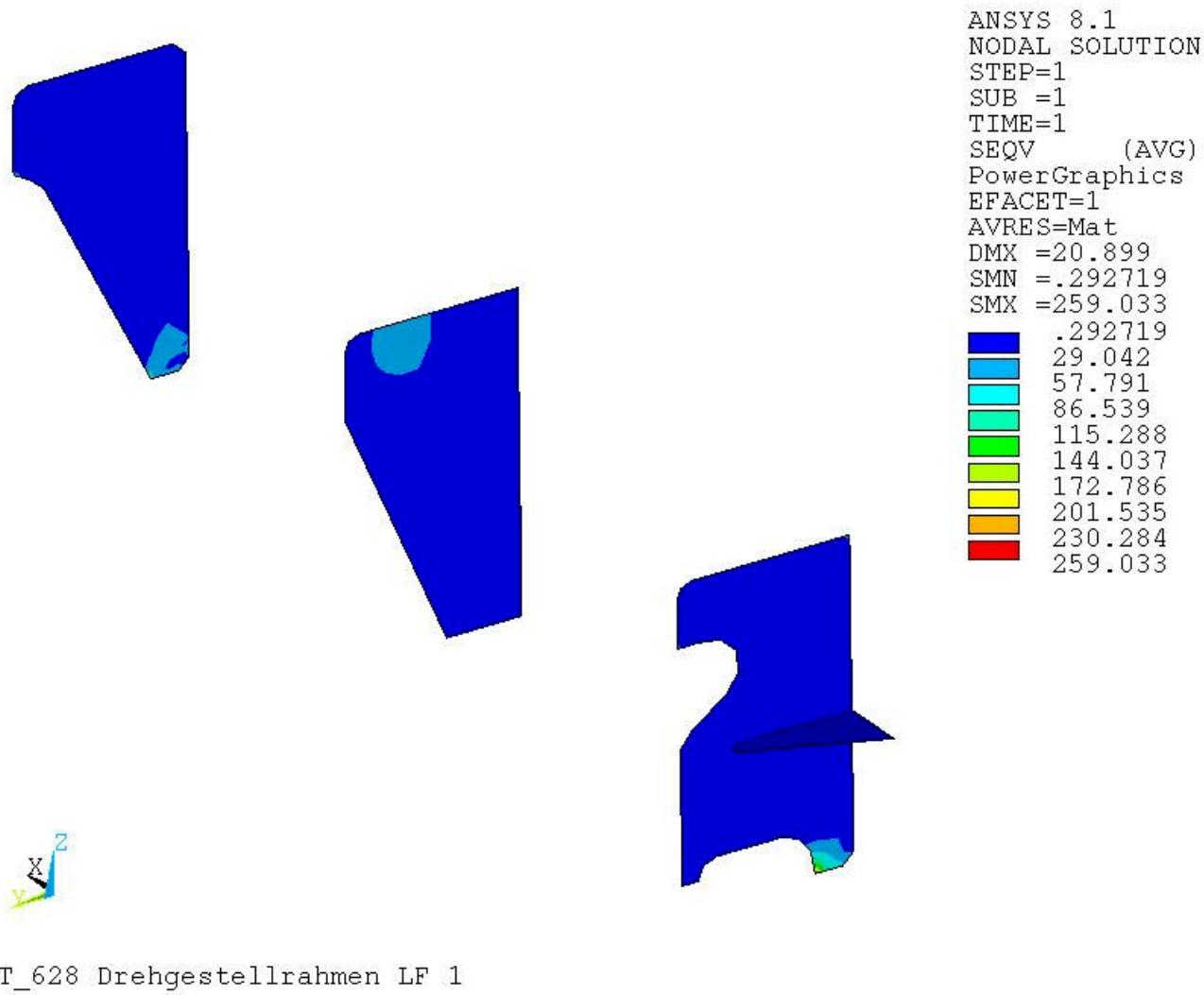
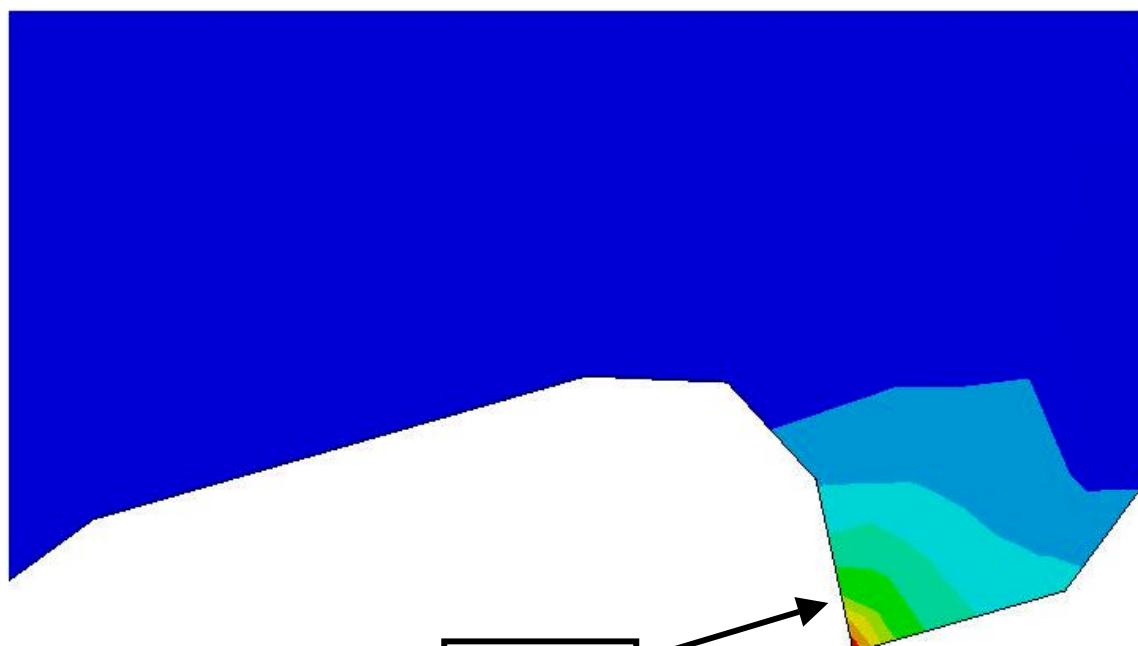


Bild 8.1.3: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 1

Bild 8.1.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.2 Lastfall 2

Bild 8.2.1: Lastfall 2

Bild 8.2.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.2.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.2.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.2.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

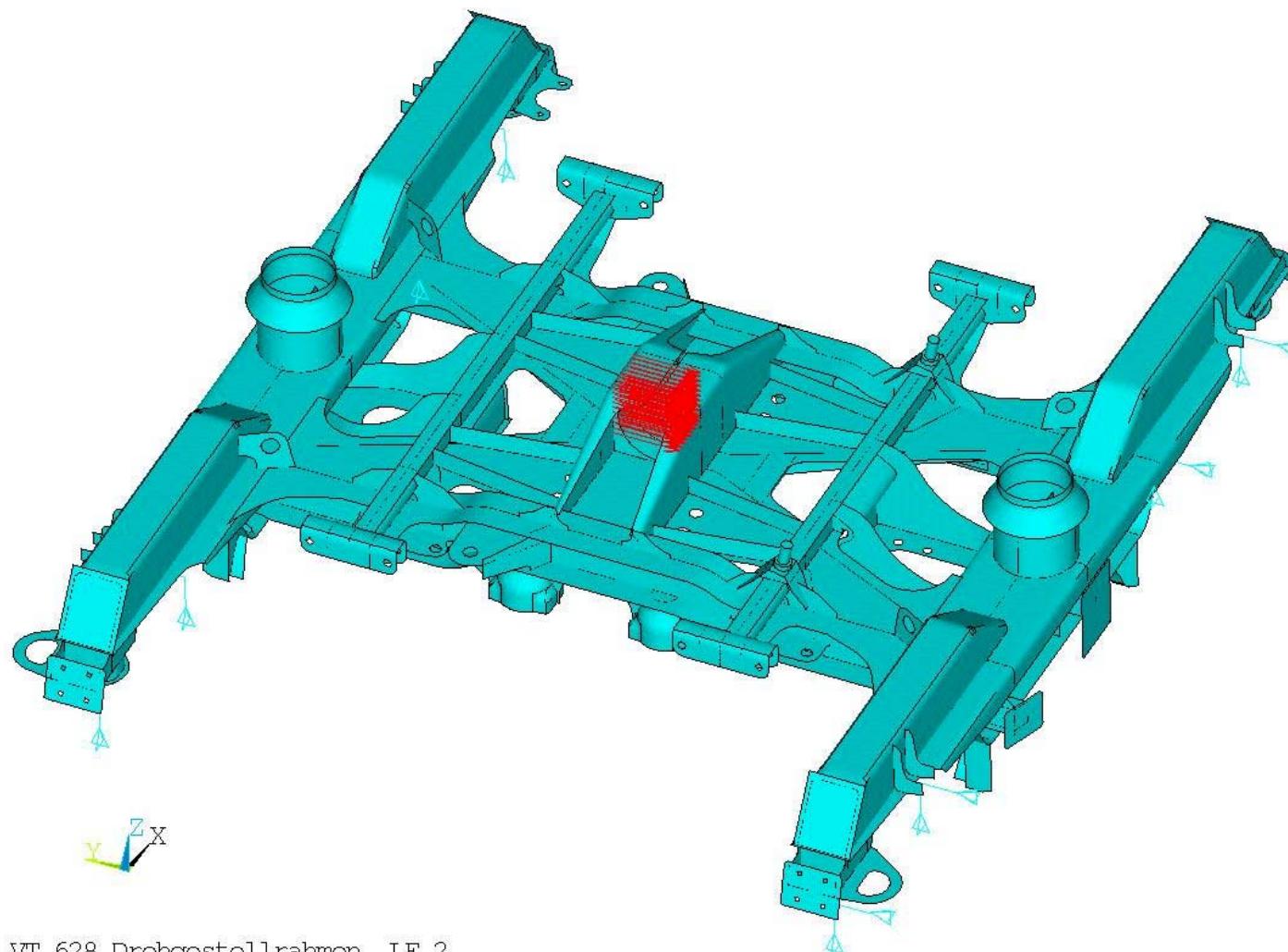


Bild 8.2.1: Lastfall 2

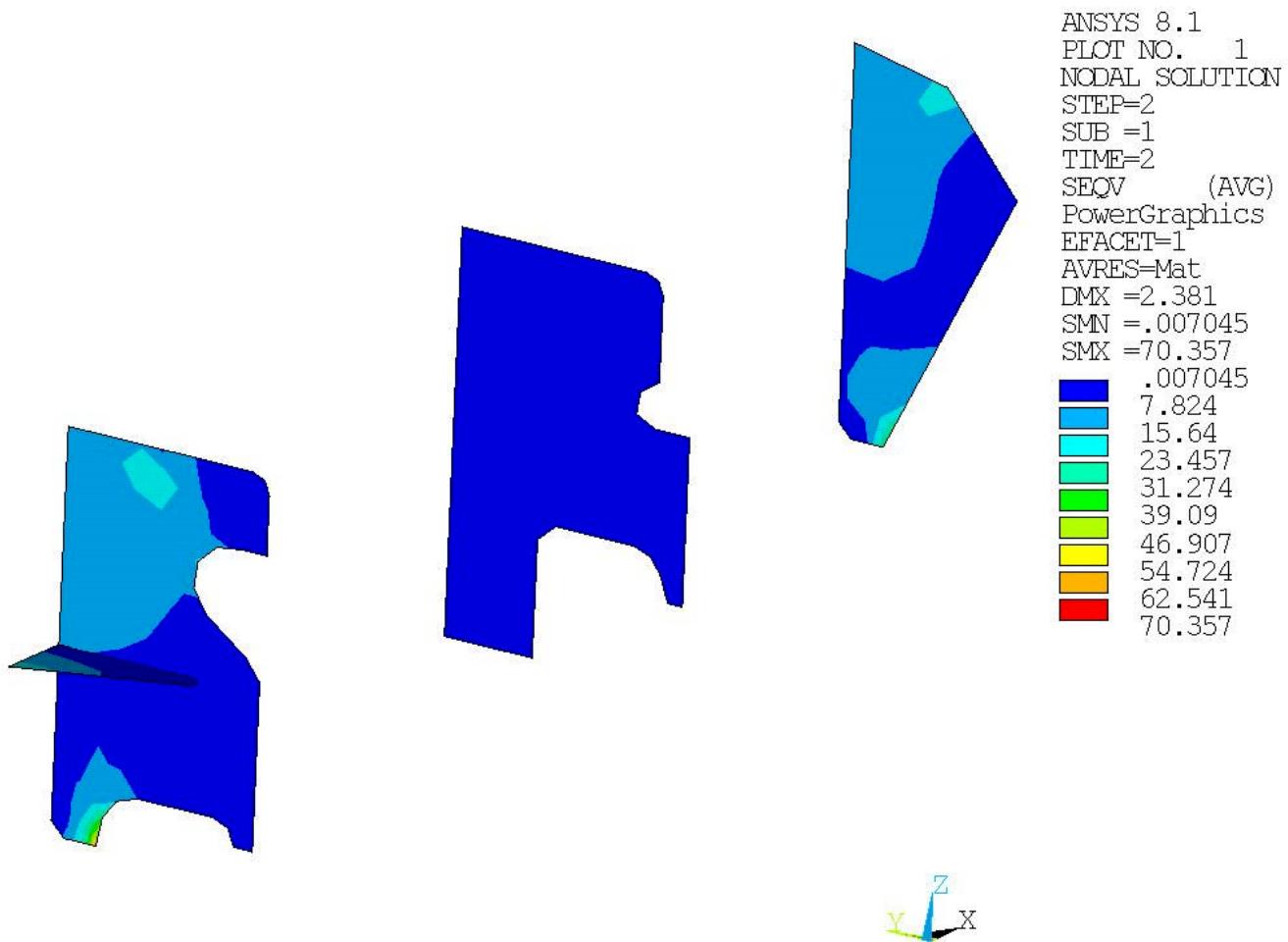
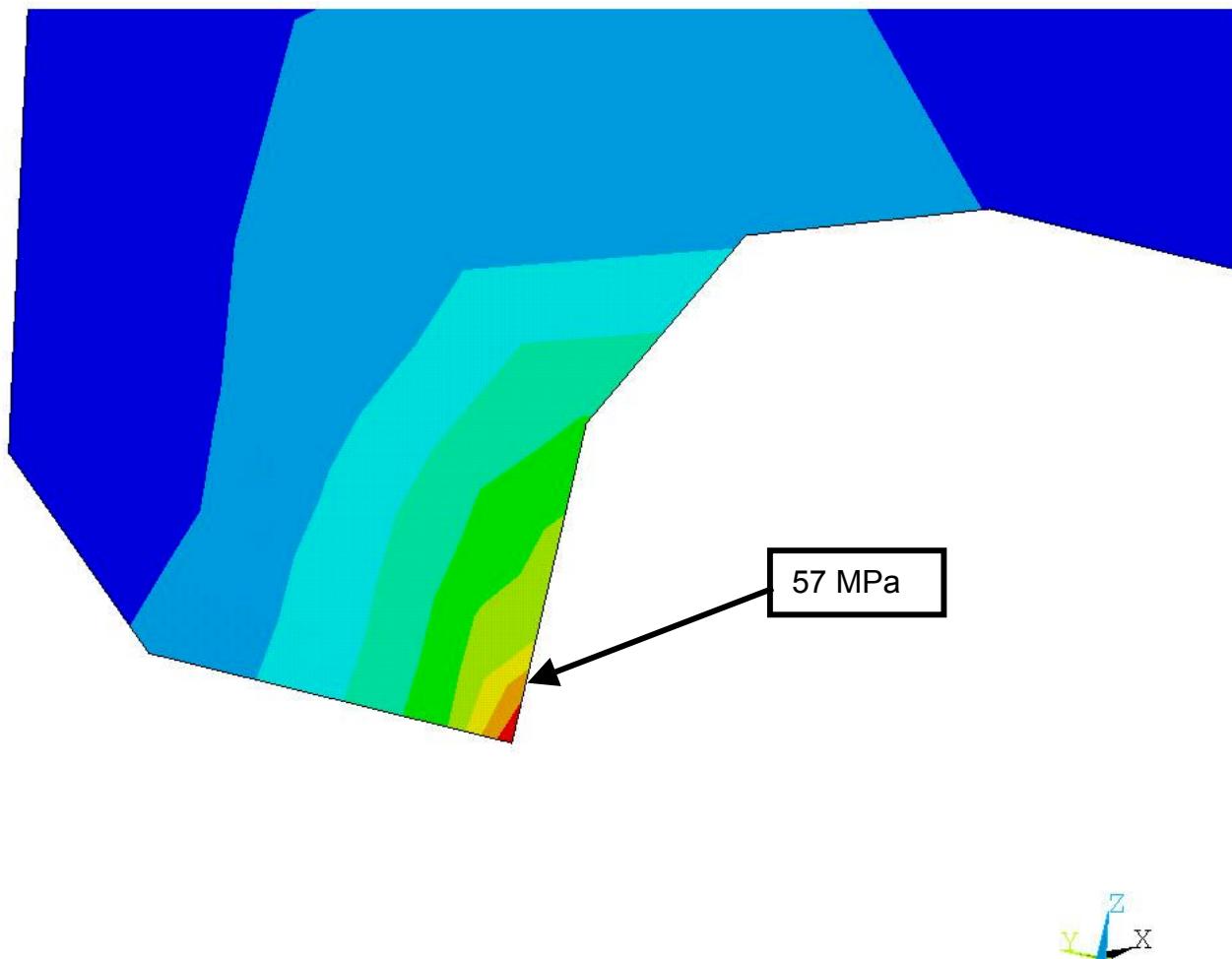


Bild 8.2.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 2

Bild 8.2.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

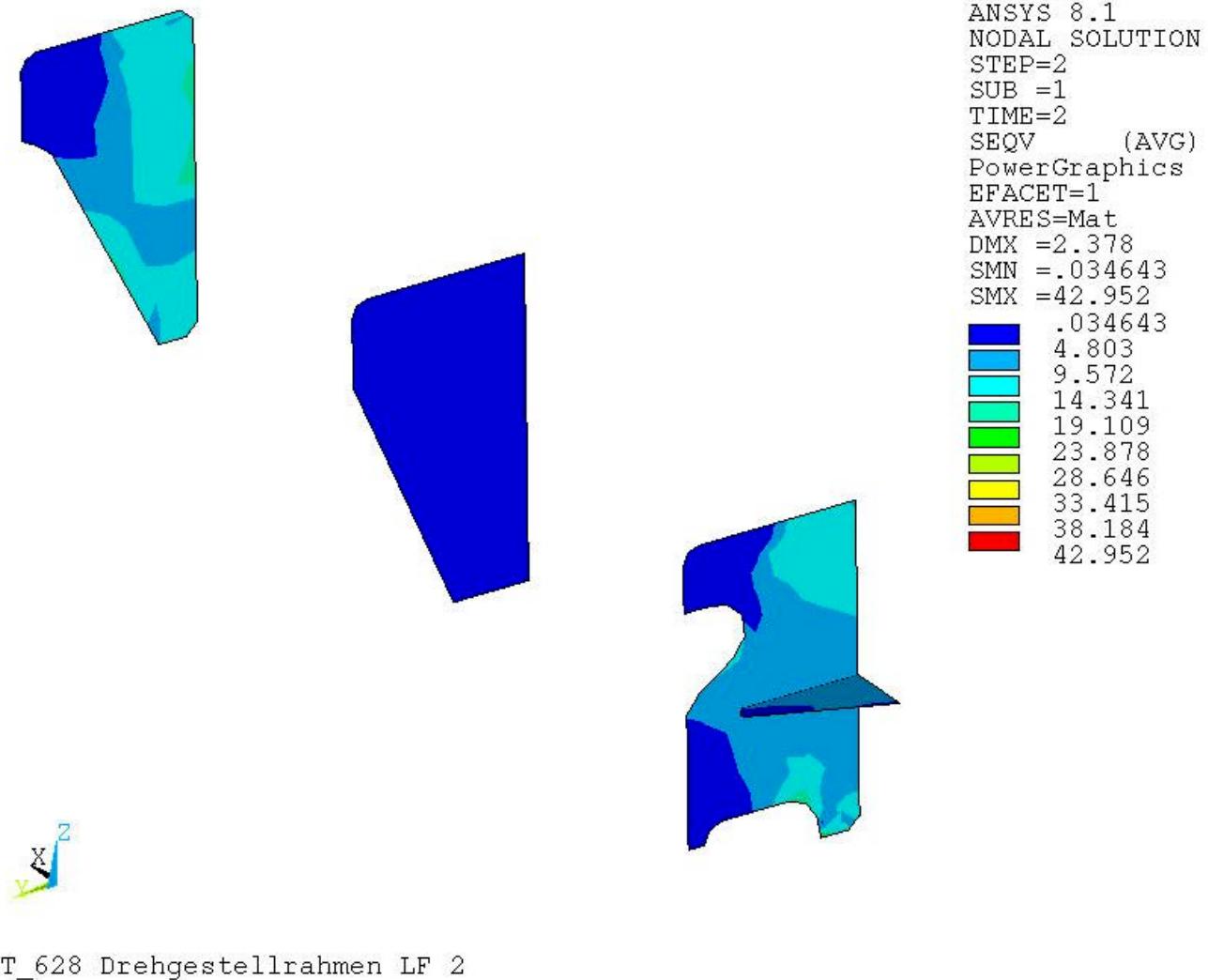
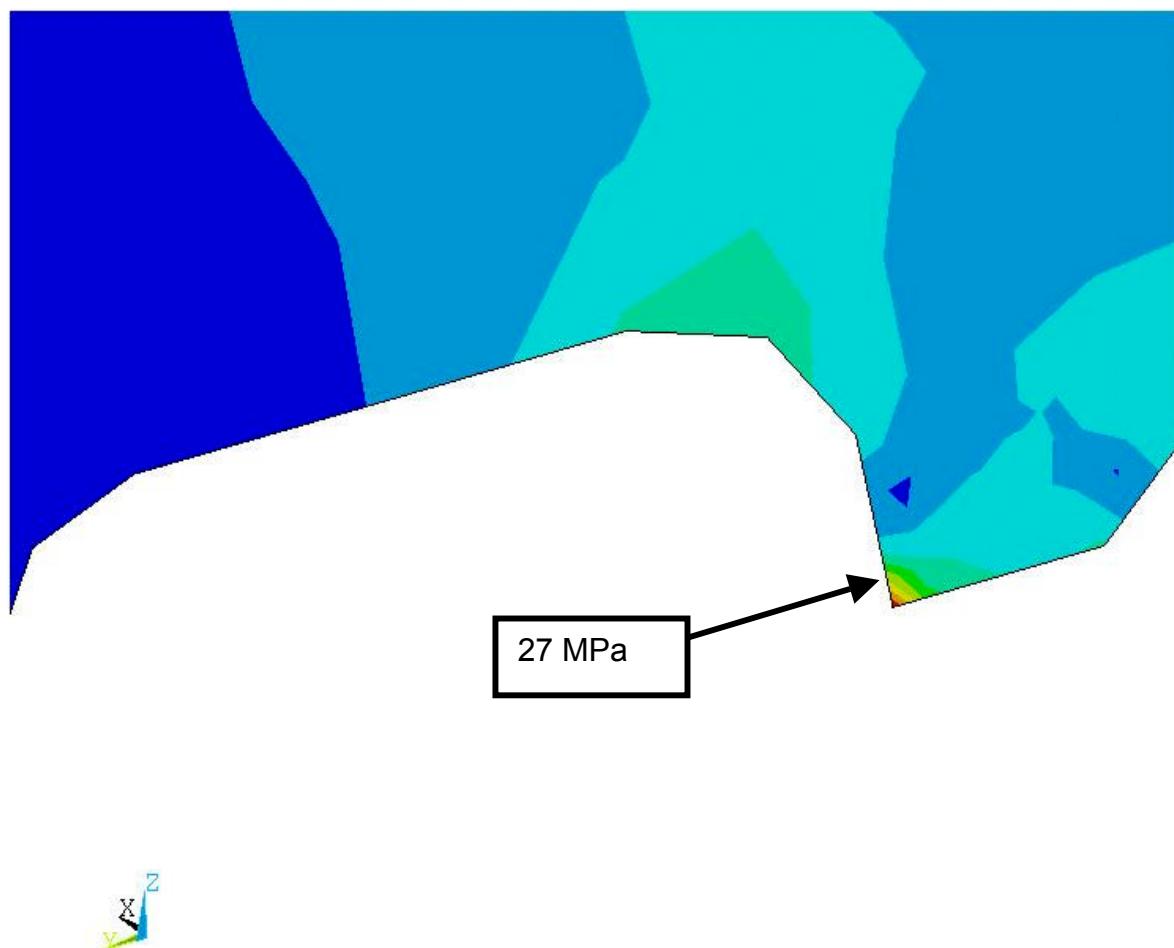


Bild 8.2.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 2

Bild 8.2.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.3 Lastfall 3

Bild 8.3.1: Lastfall 2

Bild 8.3.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.3.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.3.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.3.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

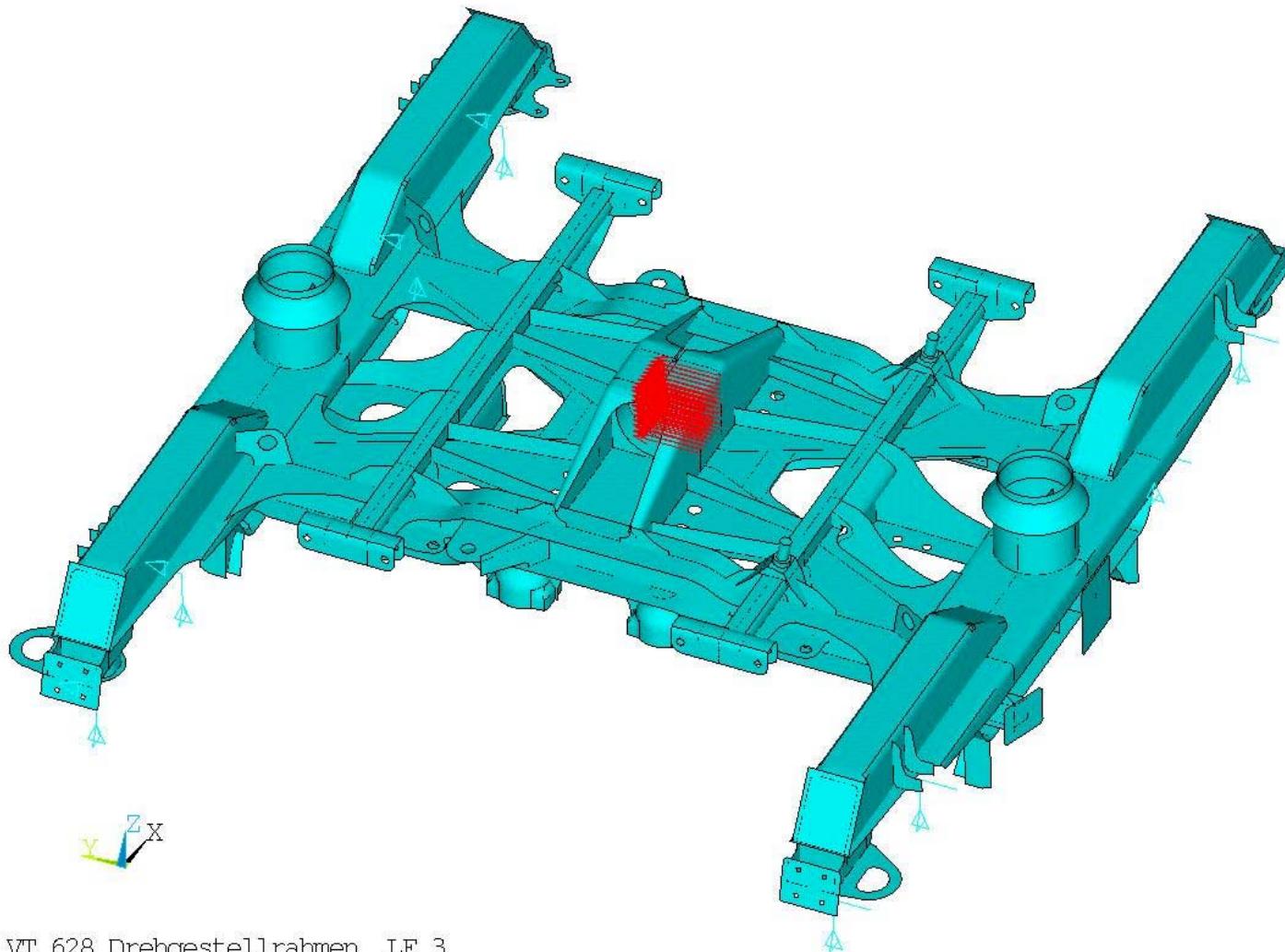


Bild 8.3.1: Lastfall 3

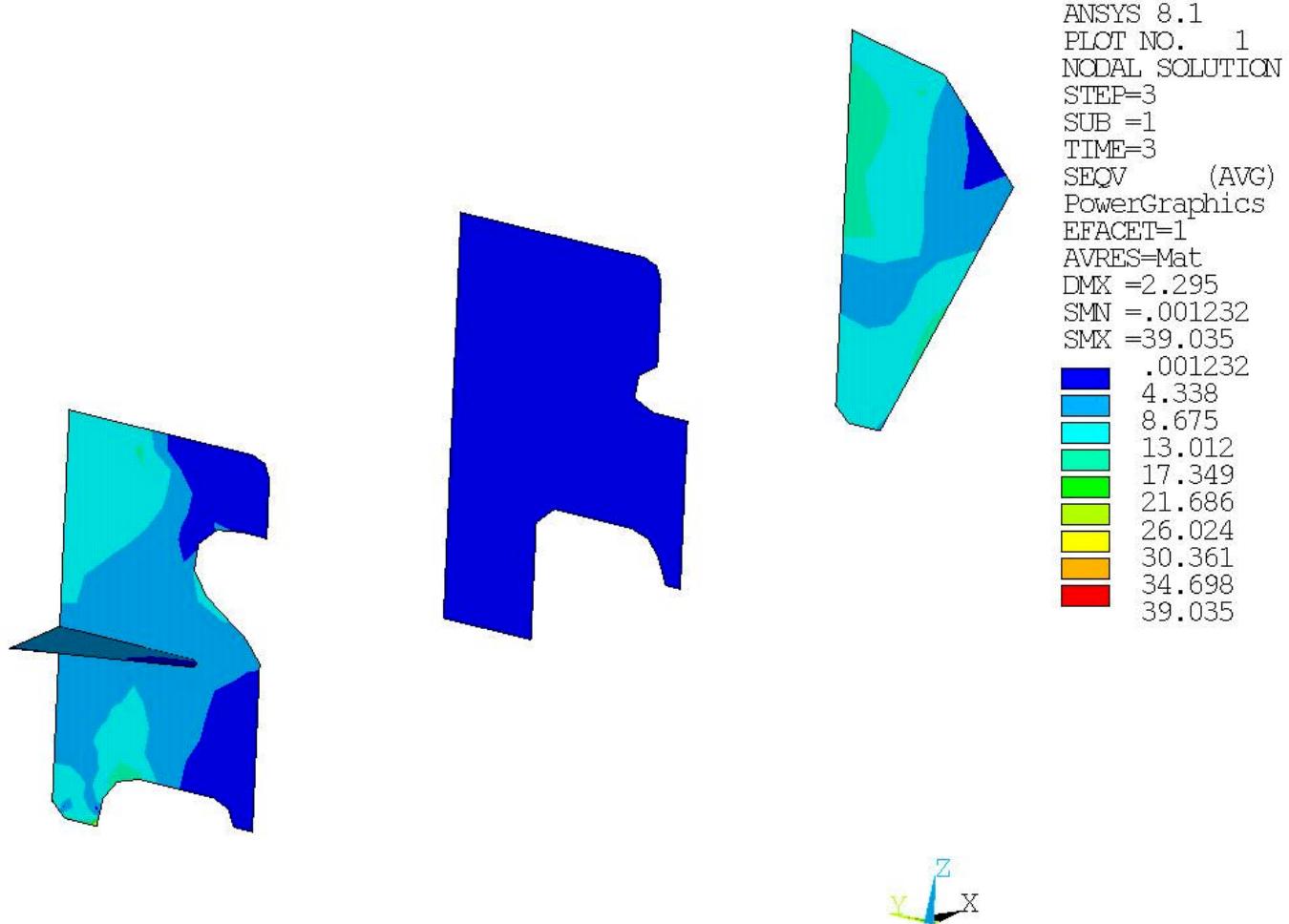
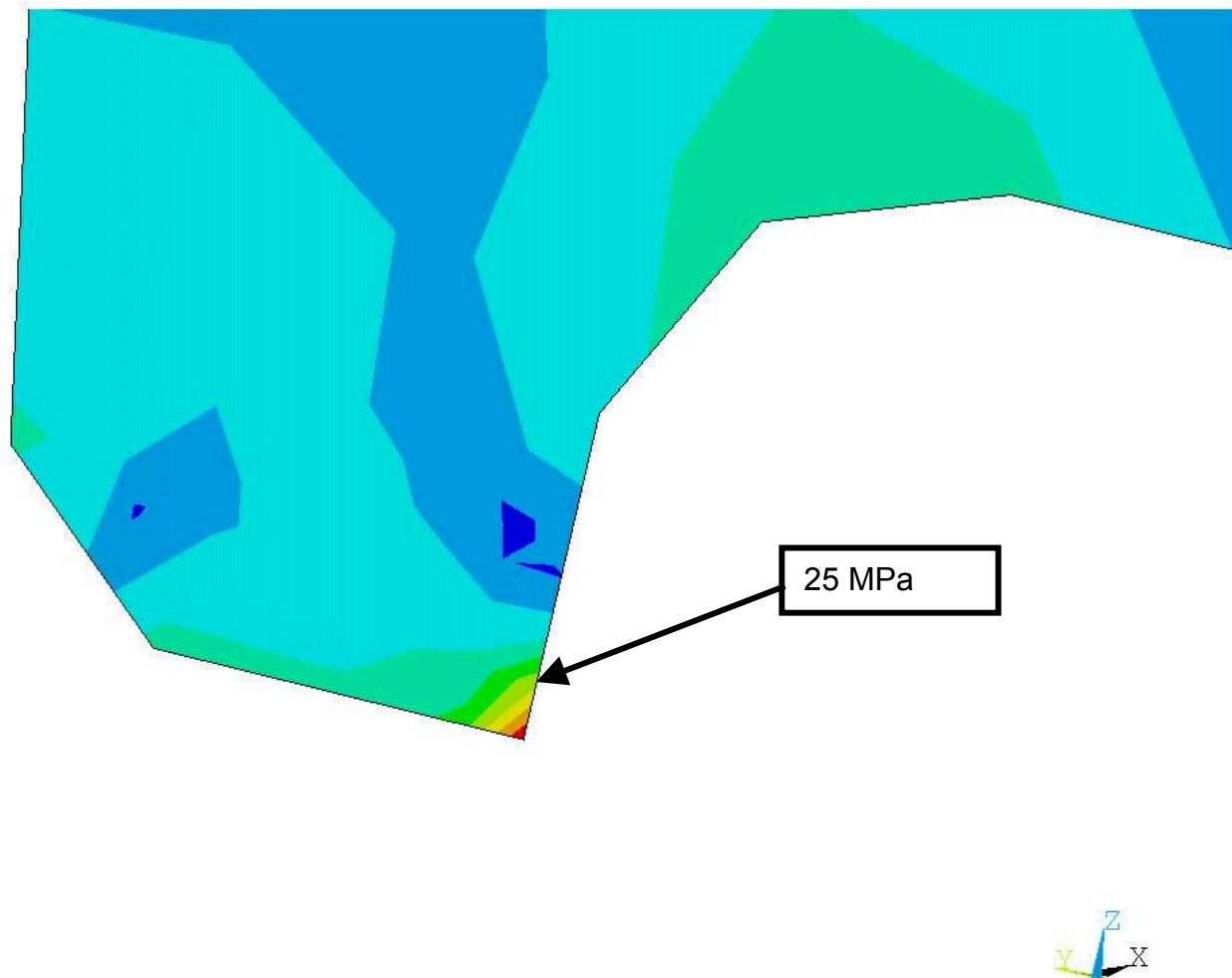
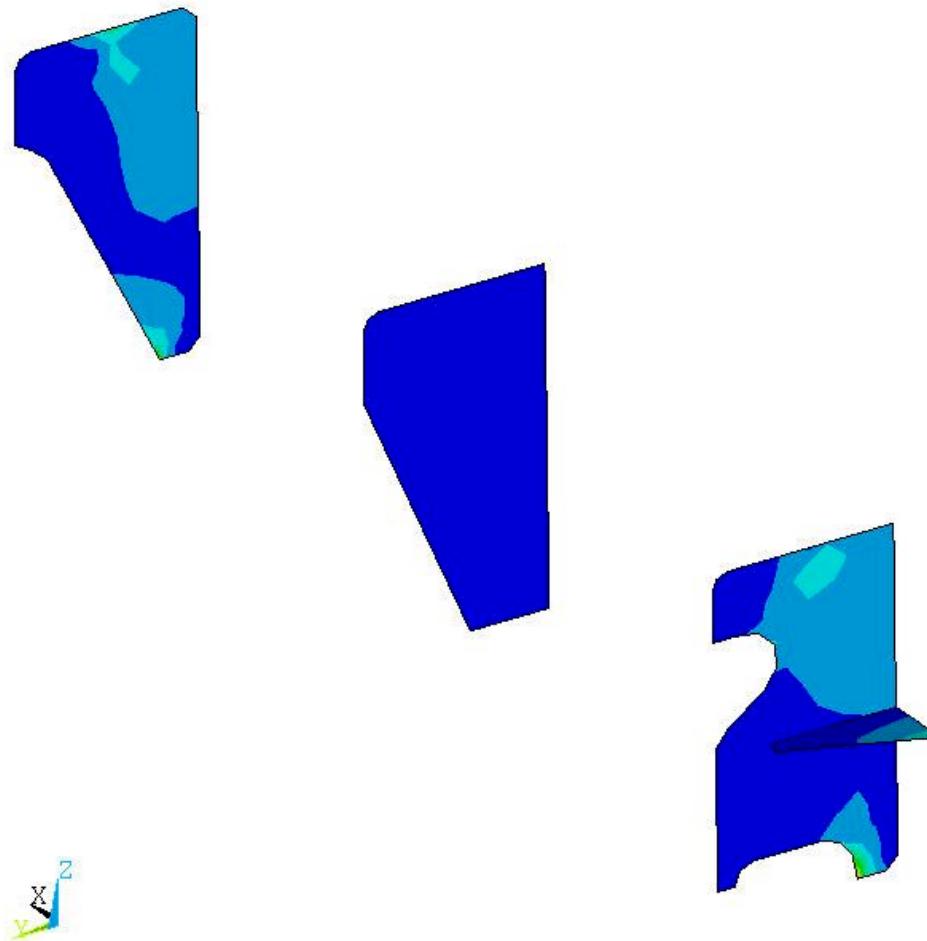


Bild 8.3.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



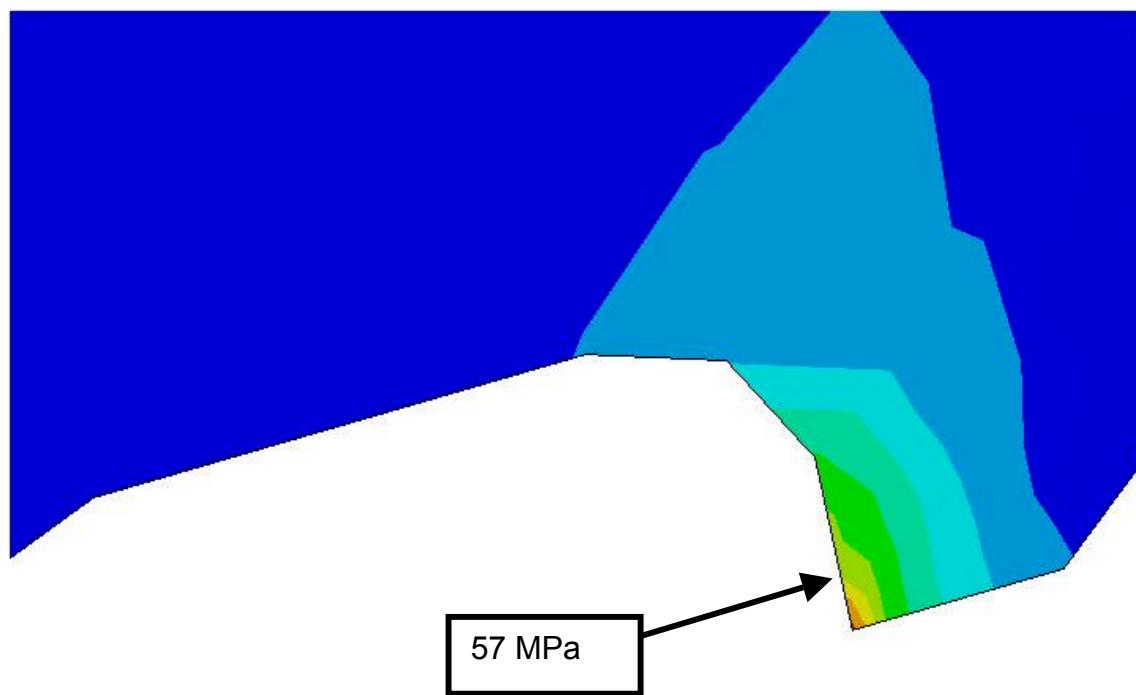
VT_628 Drehgestellrahmen LF 3

Bild 8.3.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 3

Bild 8.3.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 3

Bild 8.3.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.4 Lastfall 4

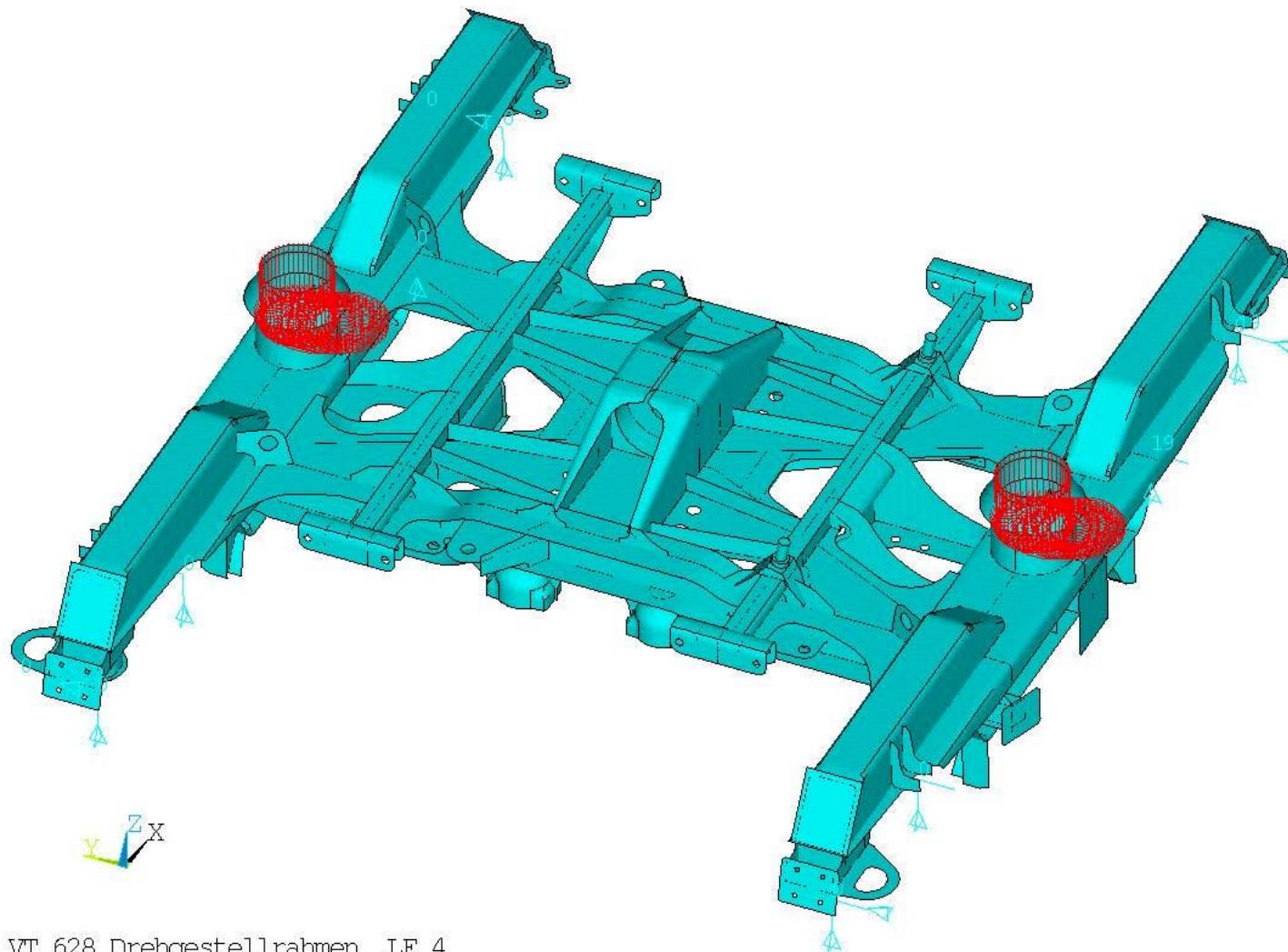
Bild 8.4.1: Lastfall 4

Bild 8.4.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.4.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.4.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.4.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 4

Bild 8.4.1: Lastfall 4

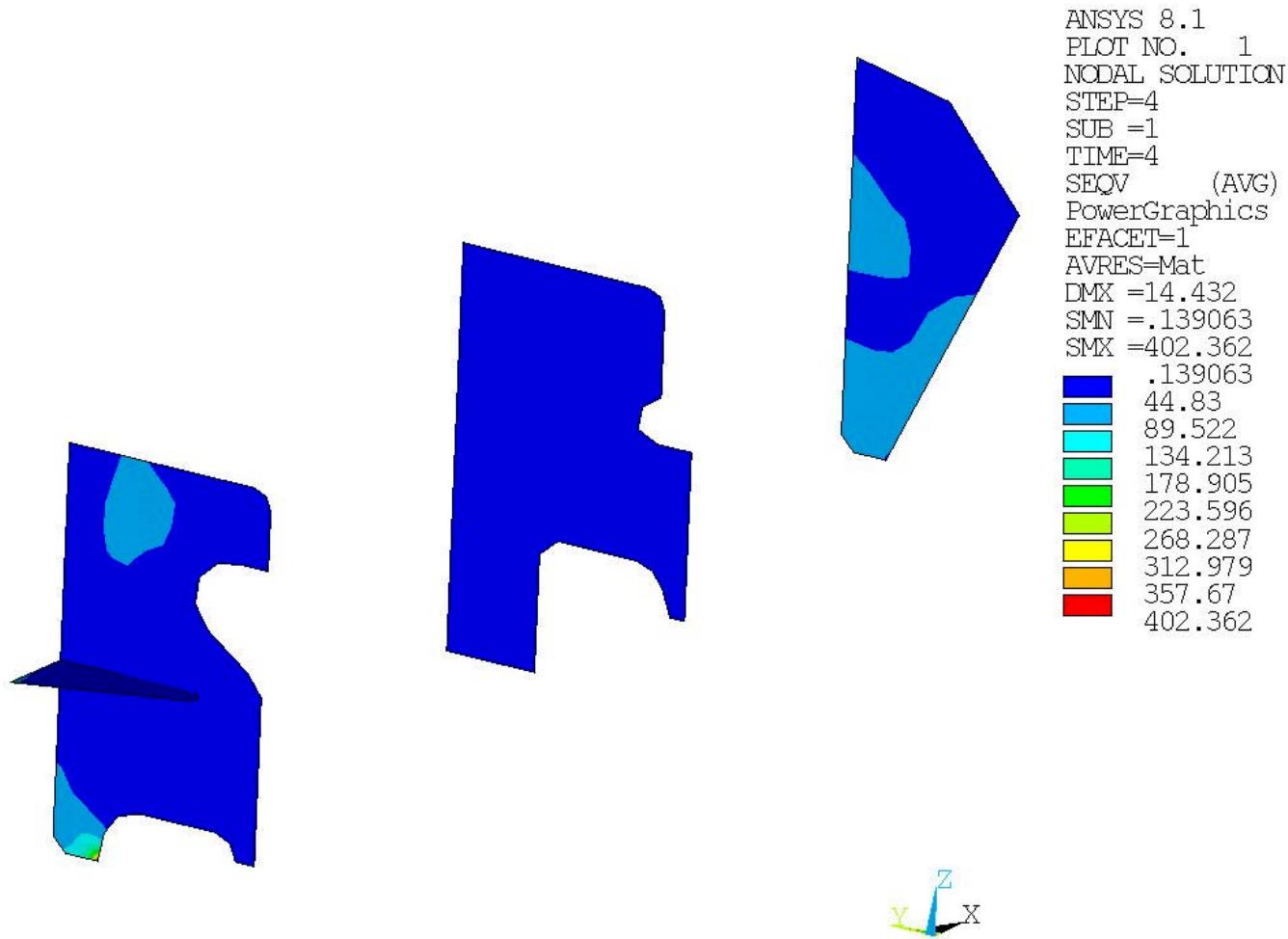
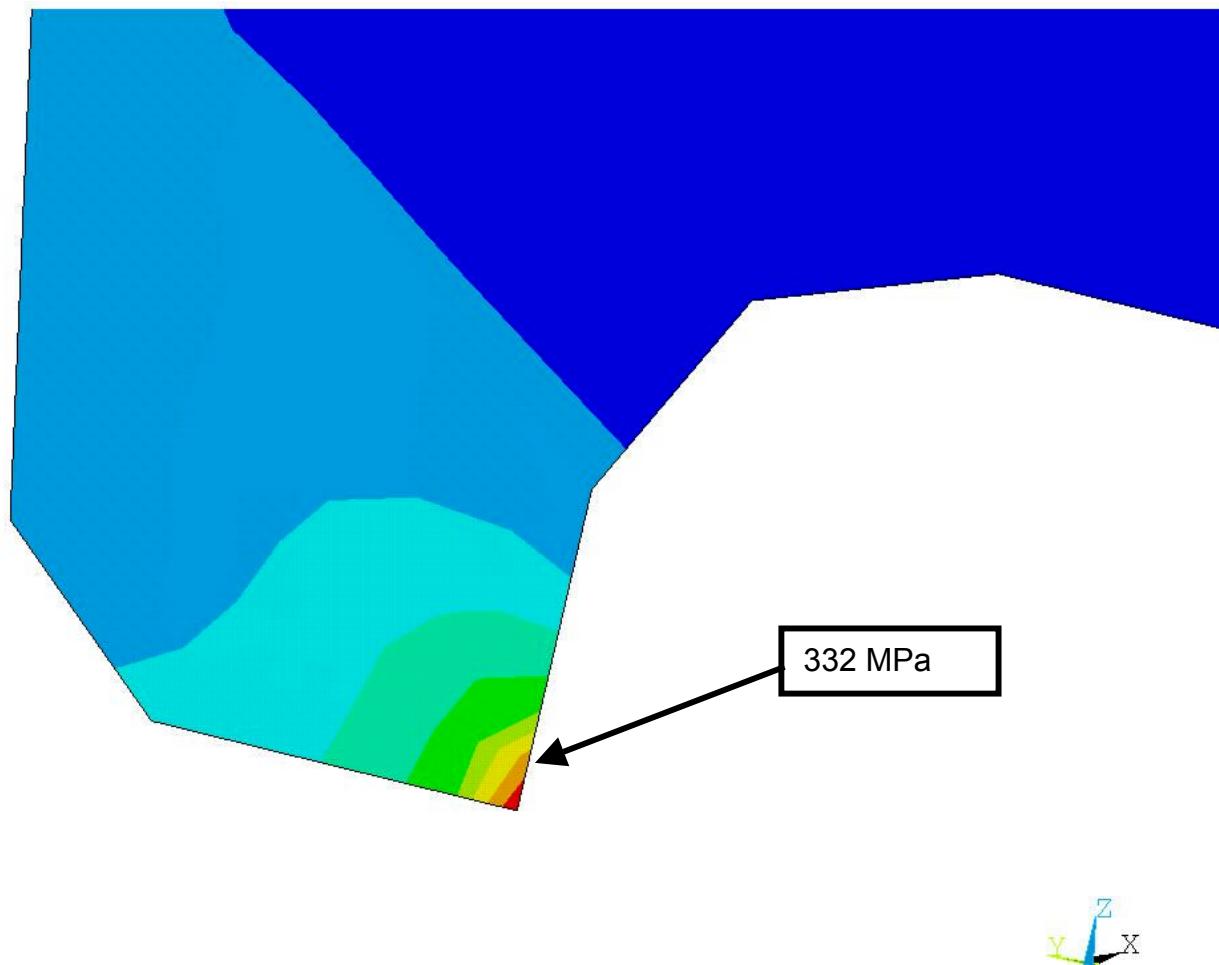
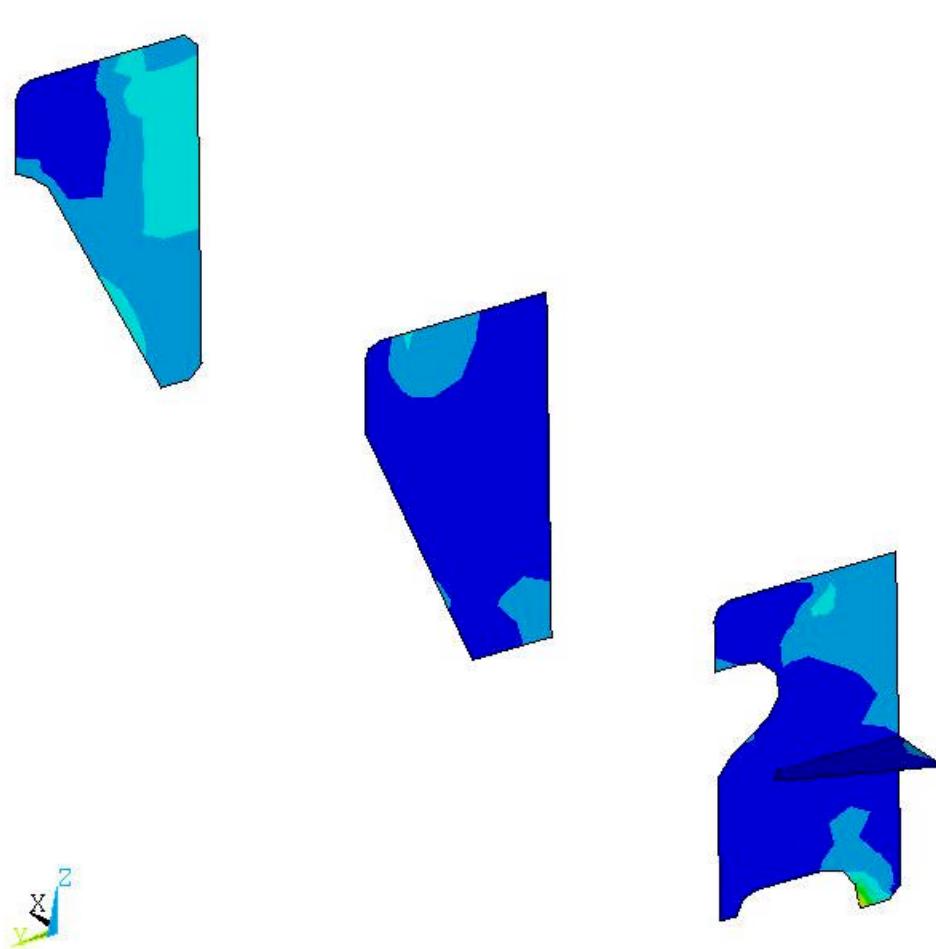


Bild 8.4.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



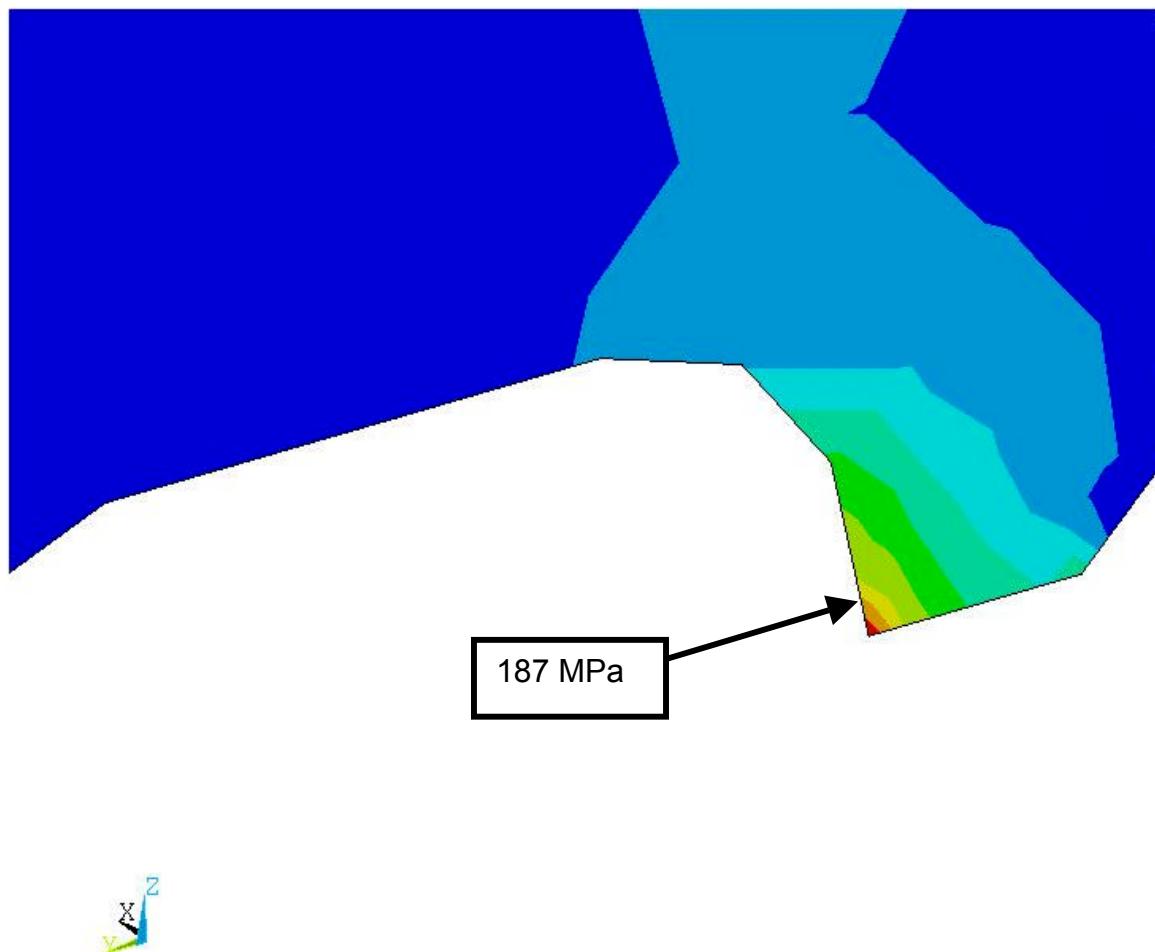
VT_628 Drehgestellrahmen LF 4

Bild 8.4.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 4

Bild 8.4.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 4

Bild 8.4.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.5 Lastfall 5

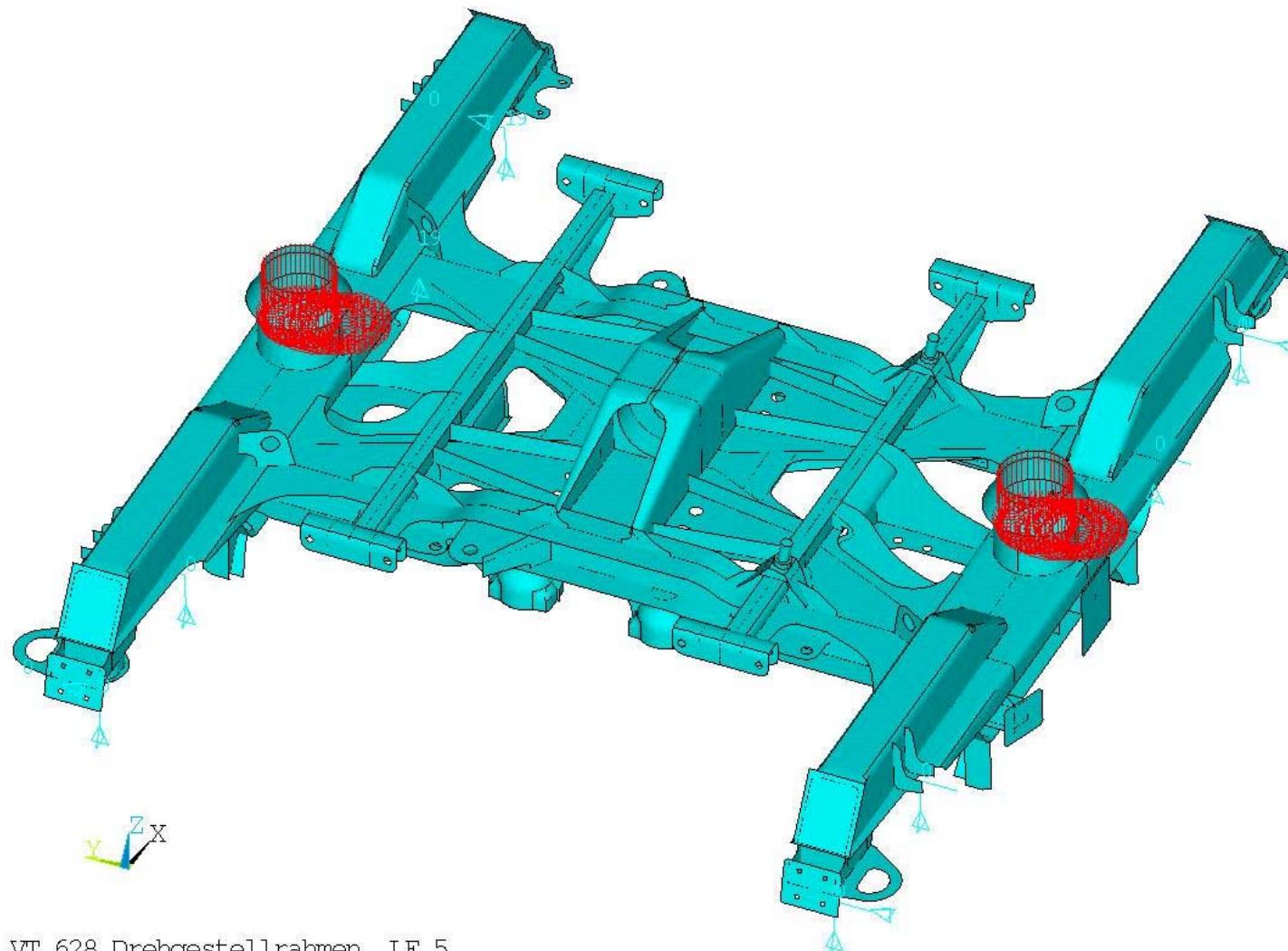
Bild 8.5.1: Lastfall 5

Bild 8.5.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.5.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

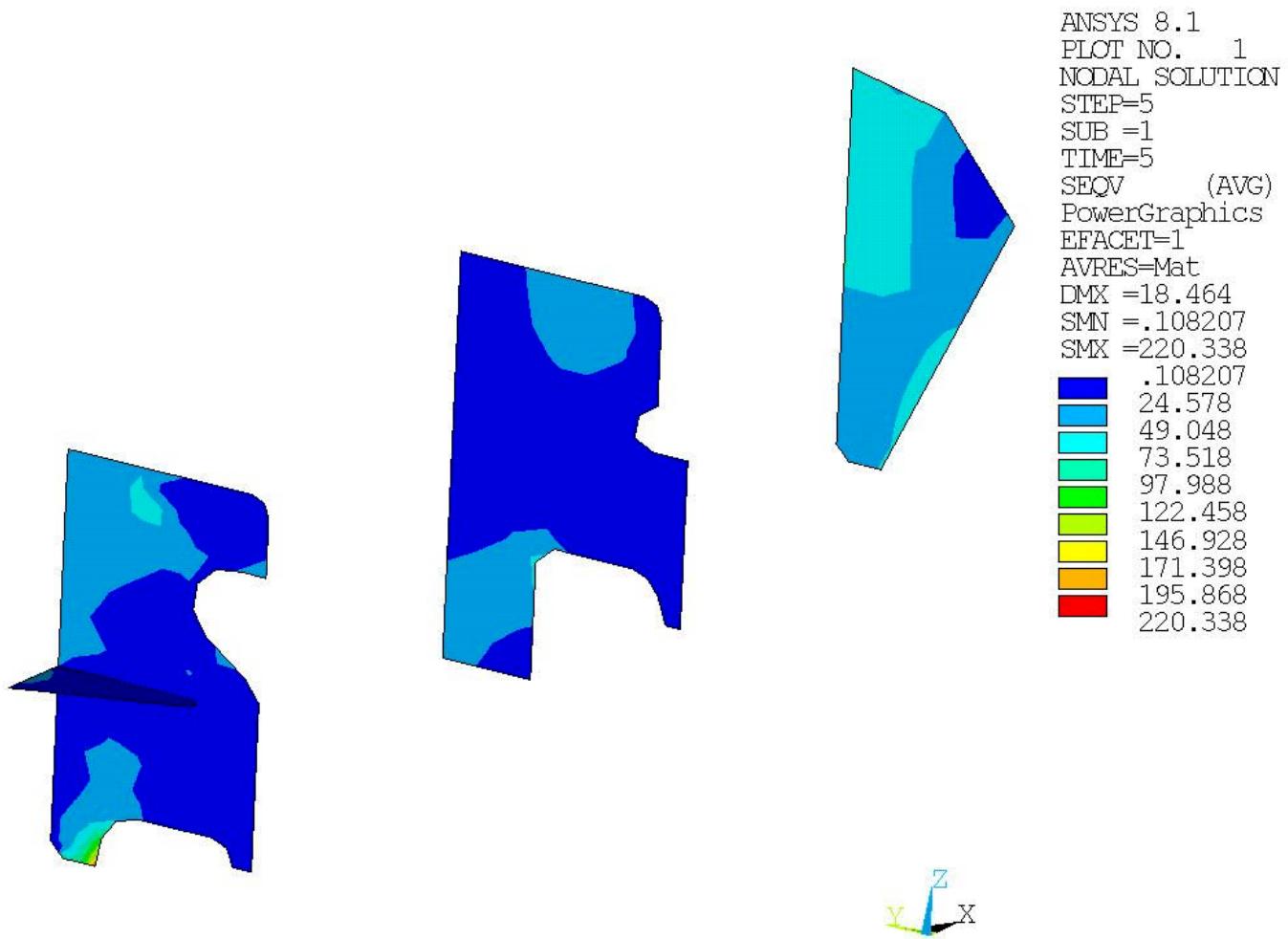
Bild 8.5.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.5.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



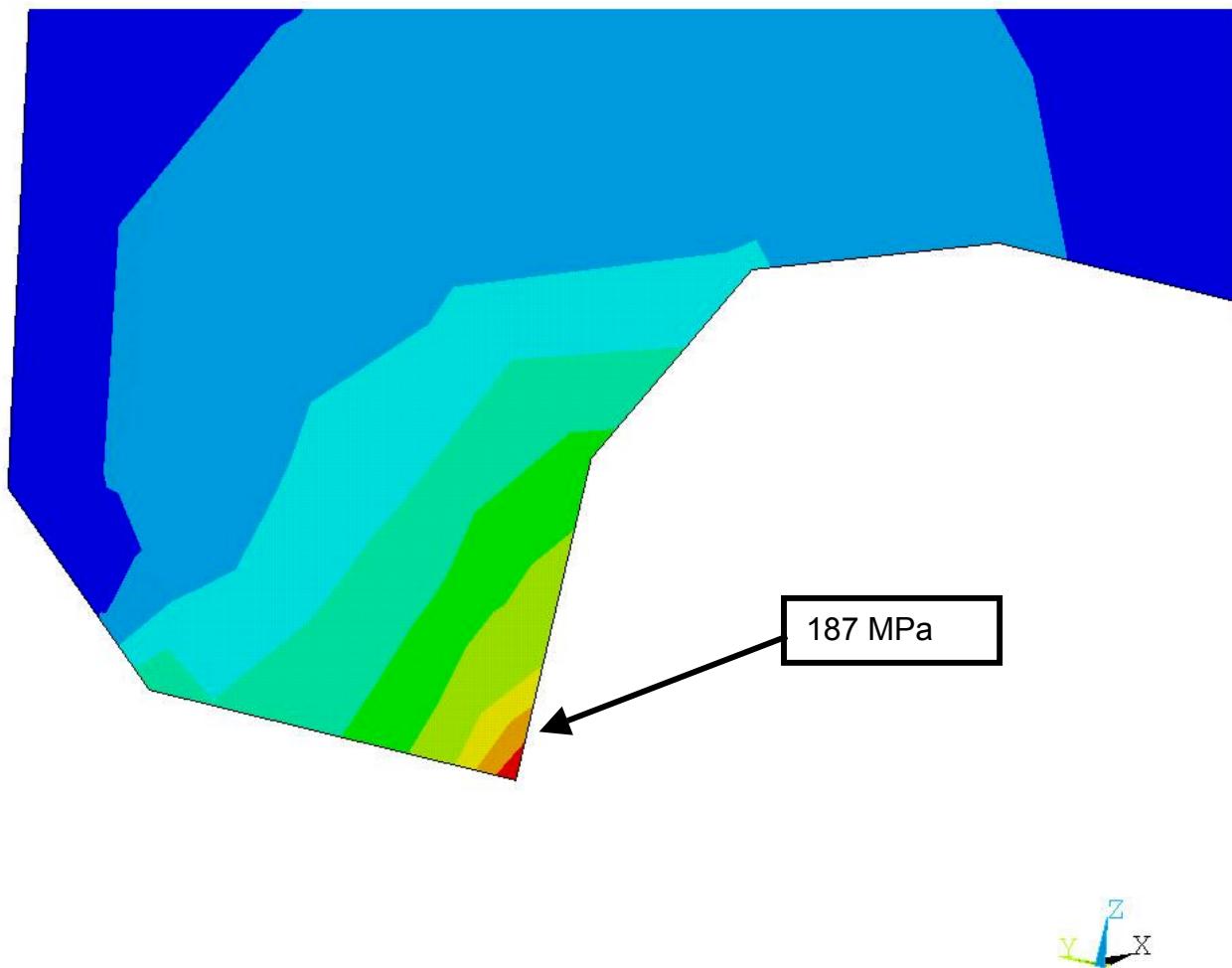
VT_628 Drehgestellrahmen LF 5

Bild 8.5.1: Lastfall 5



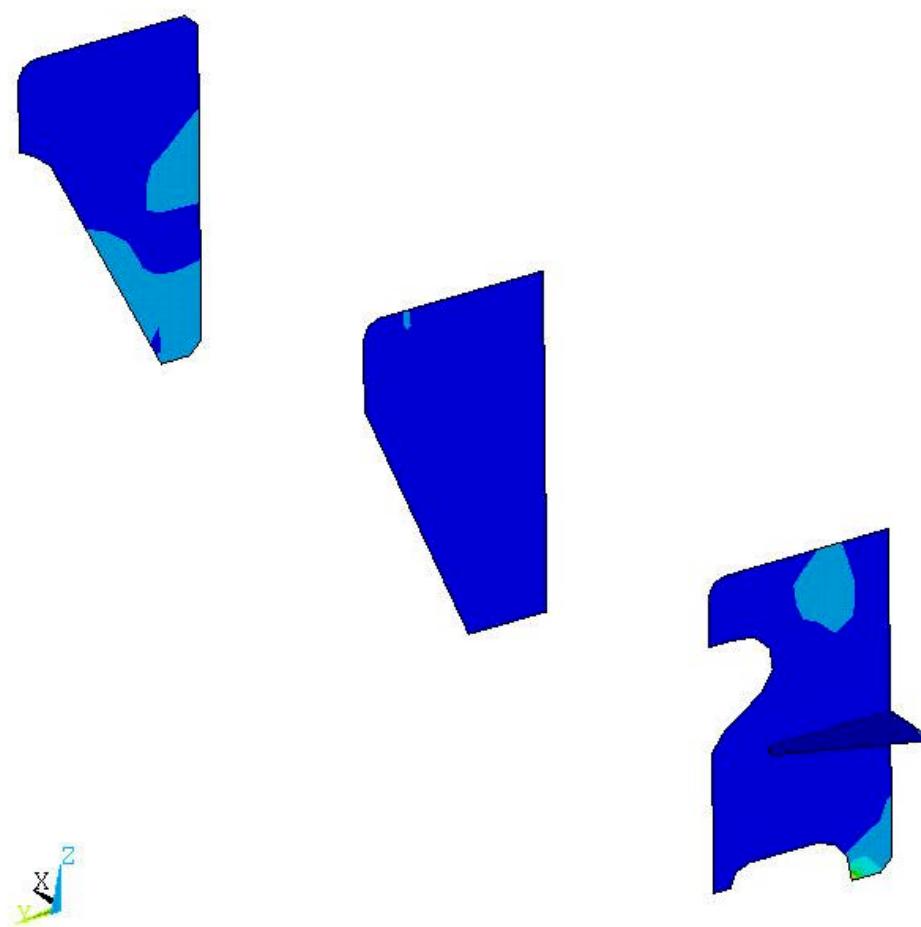
VT_628 Drehgestellrahmen LF 5

Bild 8.5.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 5

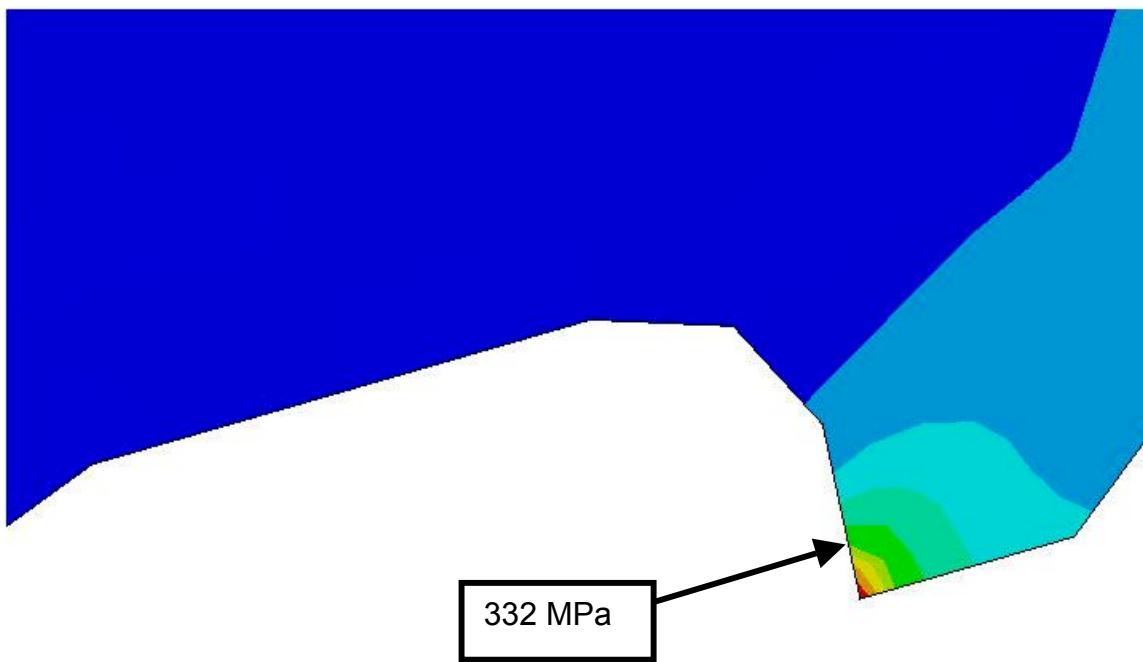
Bild 8.5.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



ANSYS 8.1
NODAL SOLUTION
STEP=5
SUB =1
TIME=5
SEQV (AVG)
PowerGraphics
EFACET=1
AVRES=Mat
DMX =14.549
SMN =.411025
SMX =403.228
.411025
45.168
89.926
134.683
179.441
224.198
268.955
313.713
358.47
403.228

VT_628 Drehgestellrahmen LF 5

Bild 8.5.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 5

Bild 8.5.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.6 Lastfall 6

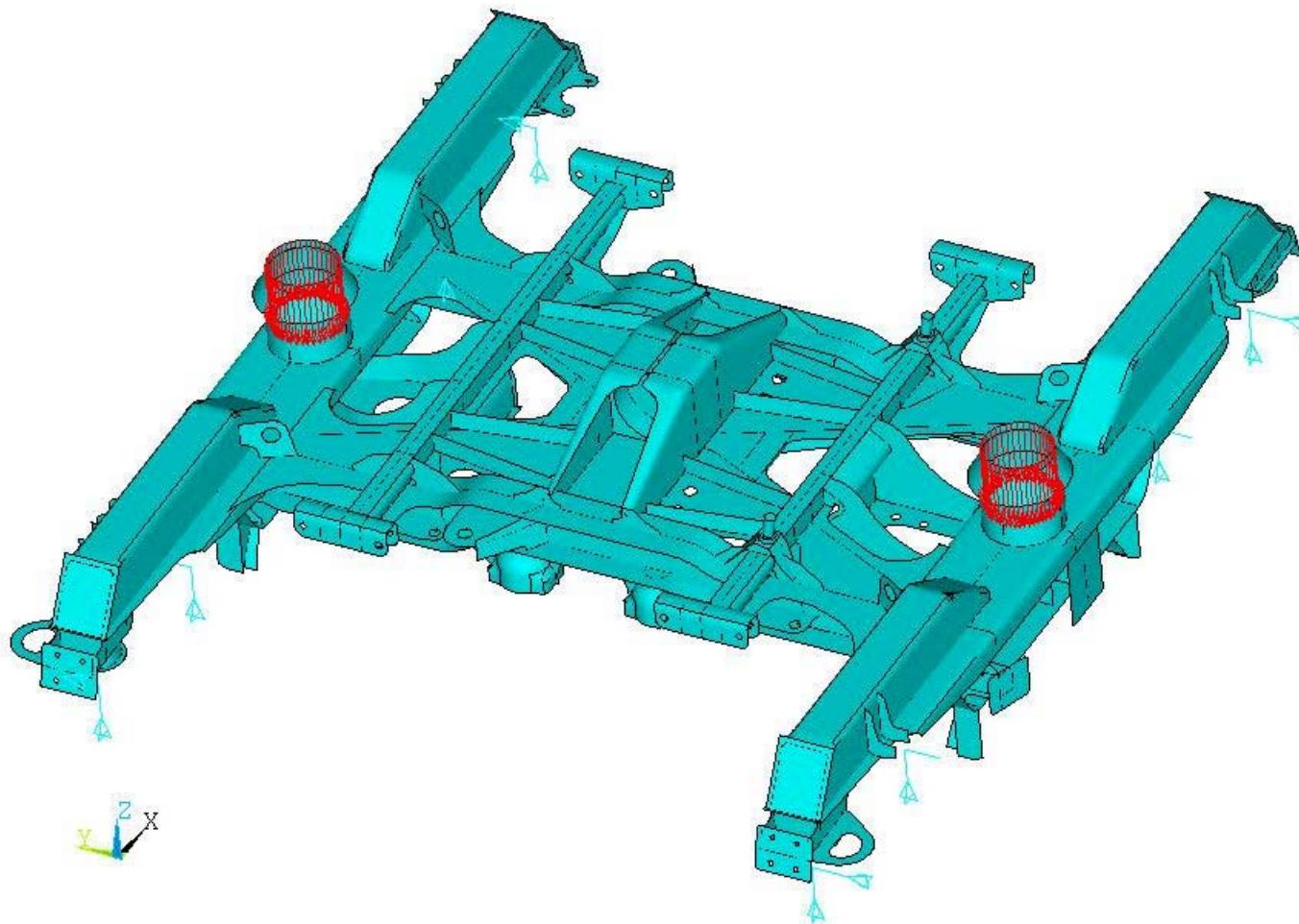
Bild 8.6.1: Lastfall 6

Bild 8.6.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.6.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.6.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.6.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 6

Bild 8.6.1: Lastfall 6

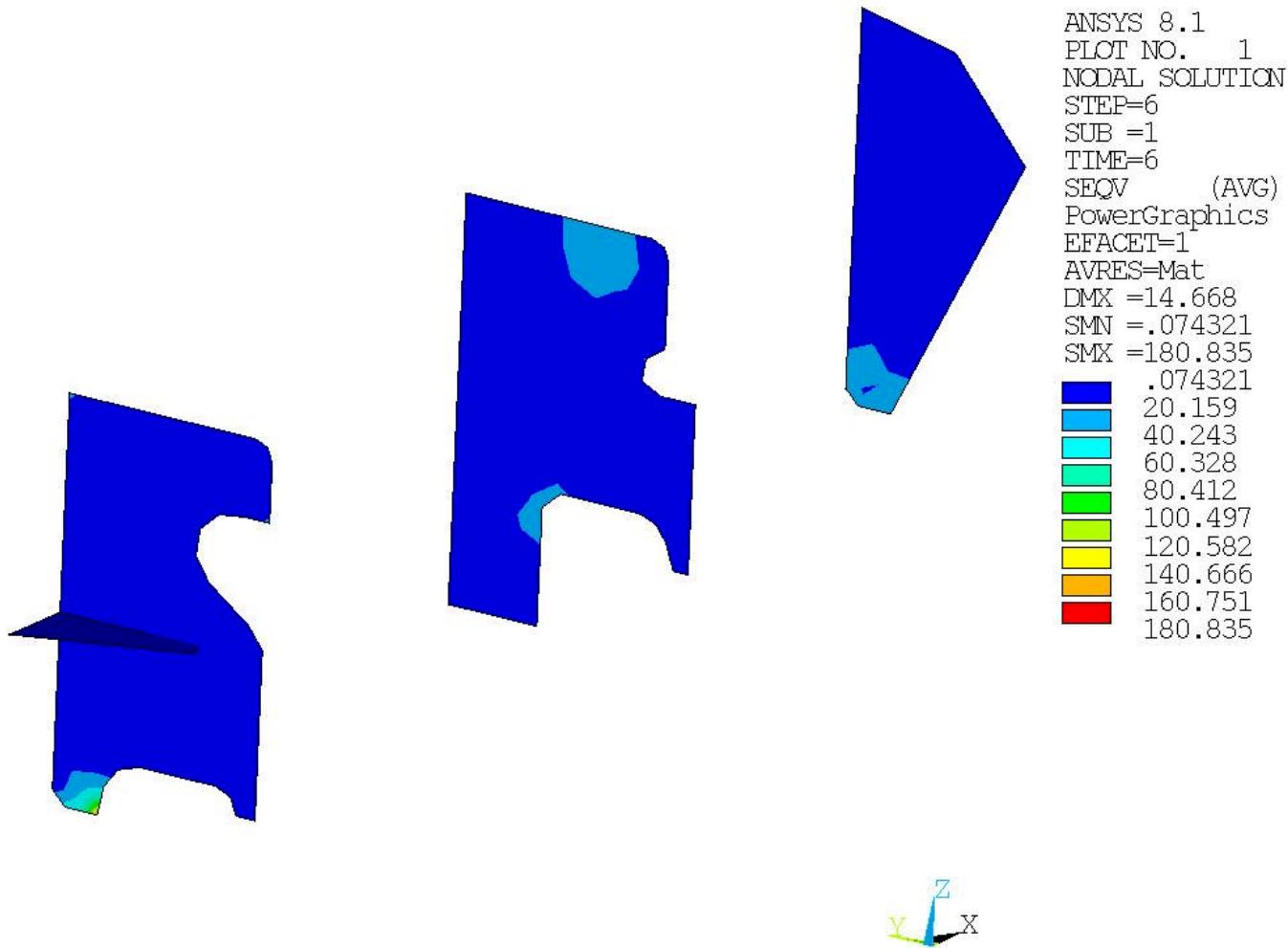
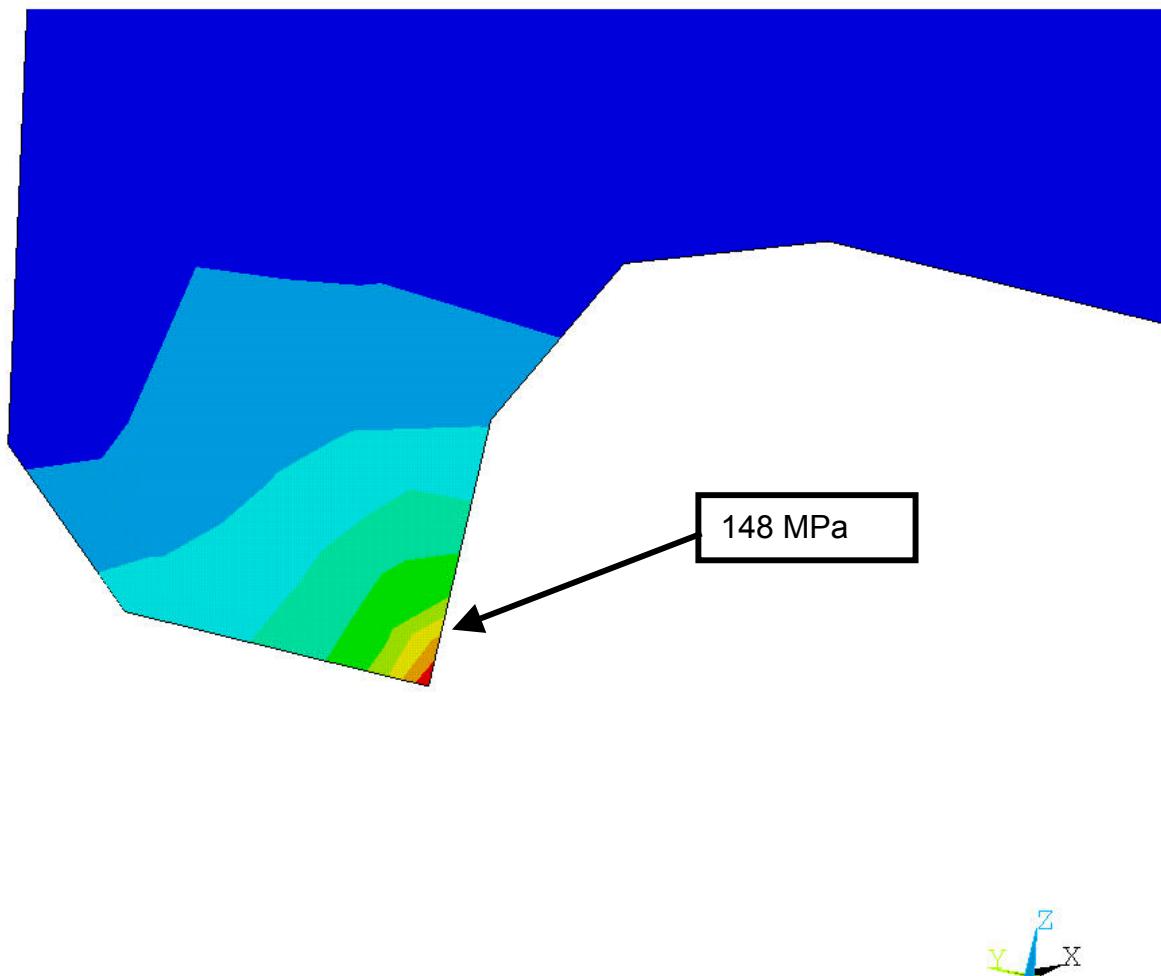


Bild 8.6.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 6

Bild 8.6.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

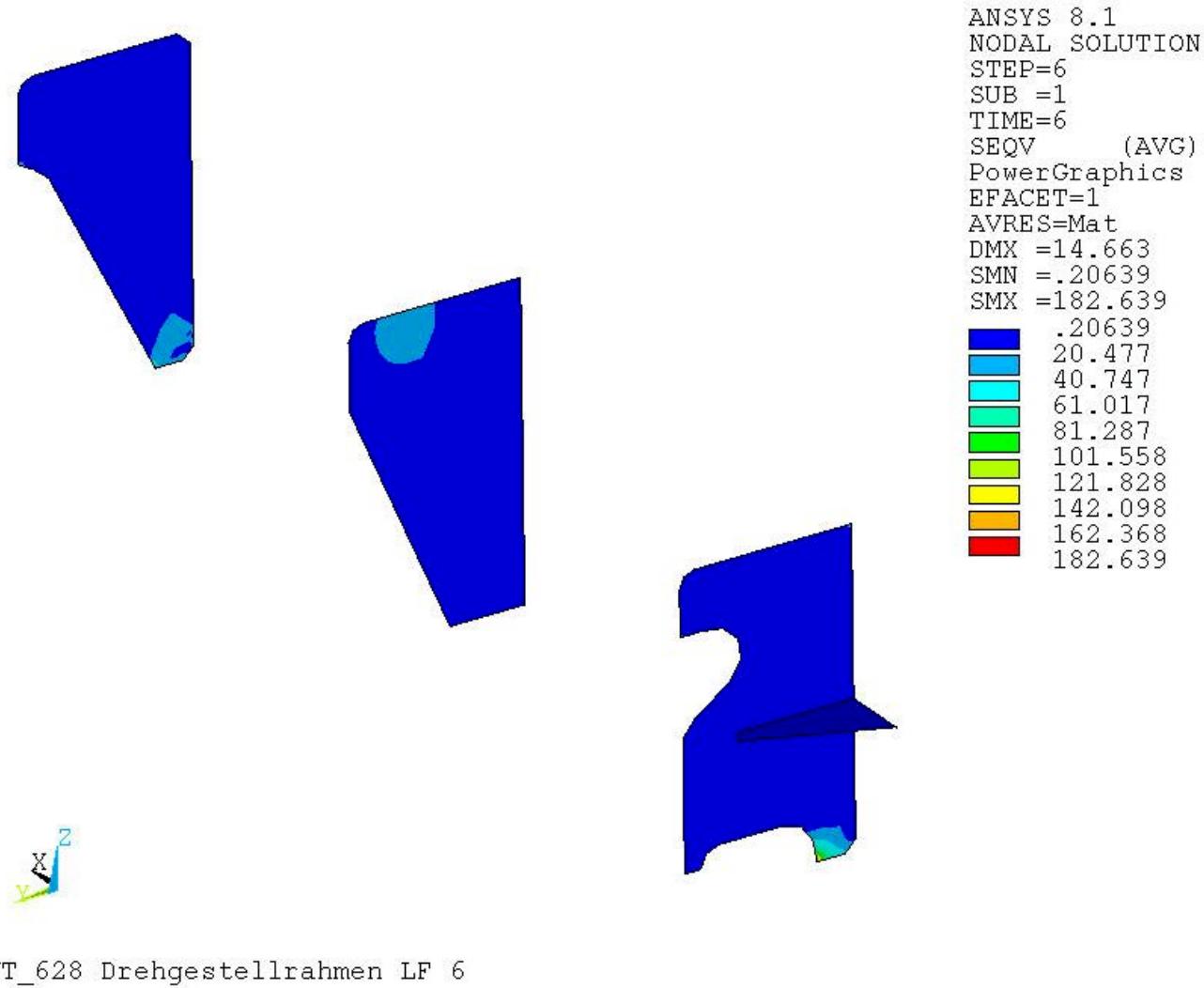
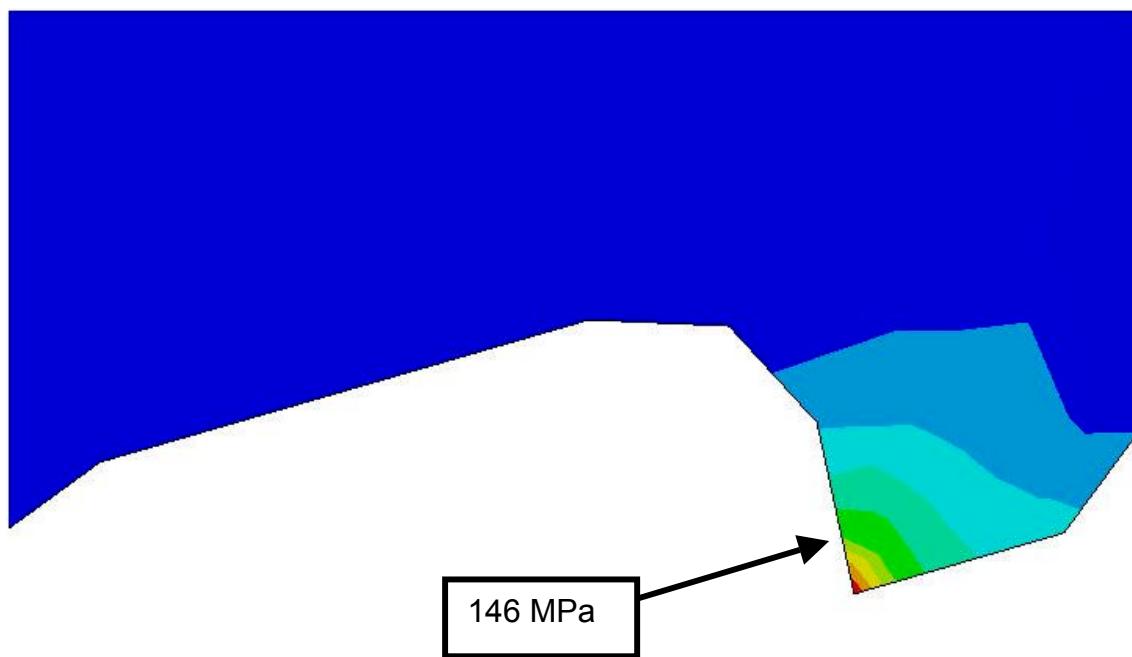


Bild 8.6.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 6

Bild 8.6.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.7 Lastfall 7

Bild 8.7.1: Lastfall 7

Bild 8.7.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.7.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.7.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.7.5: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

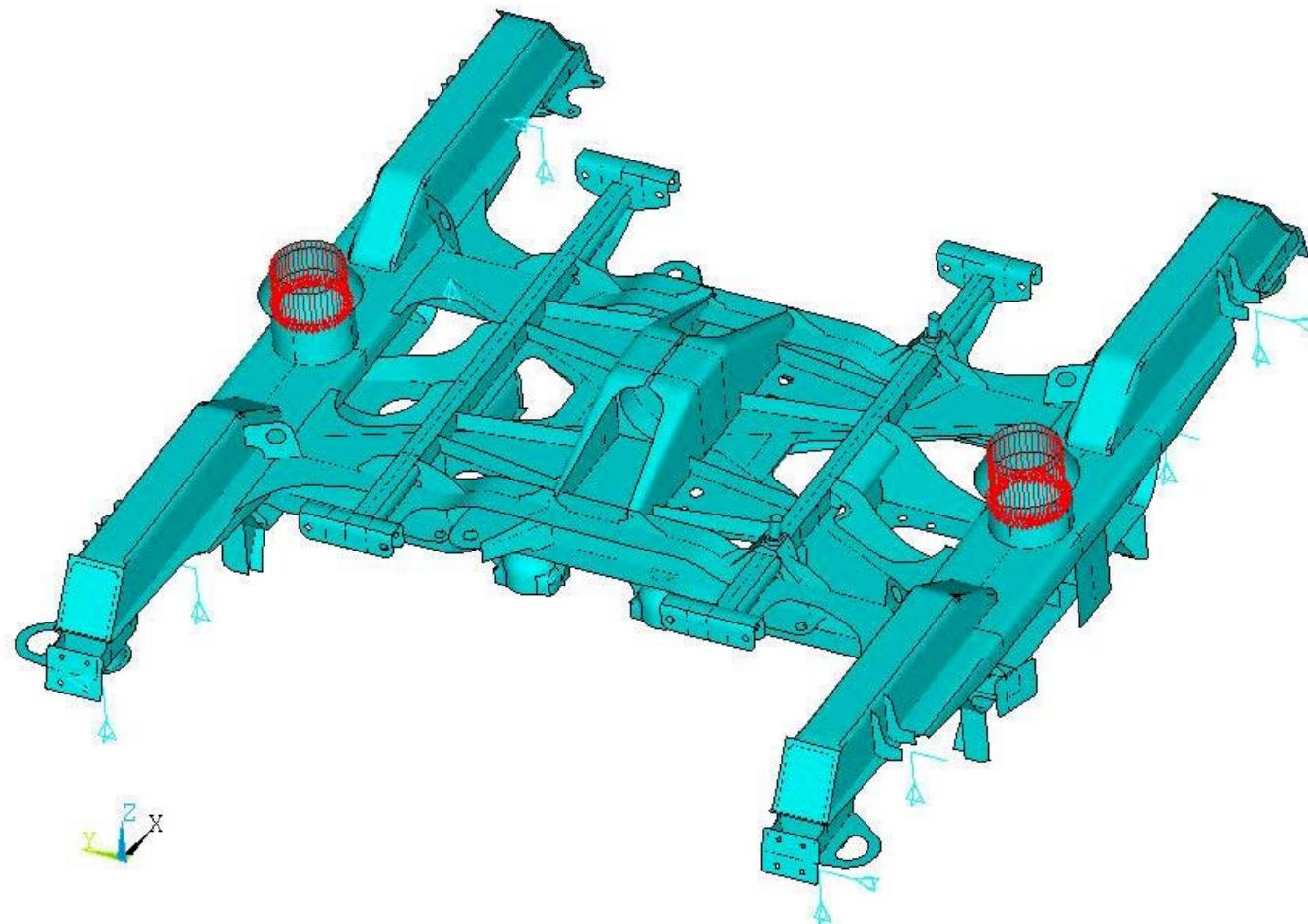
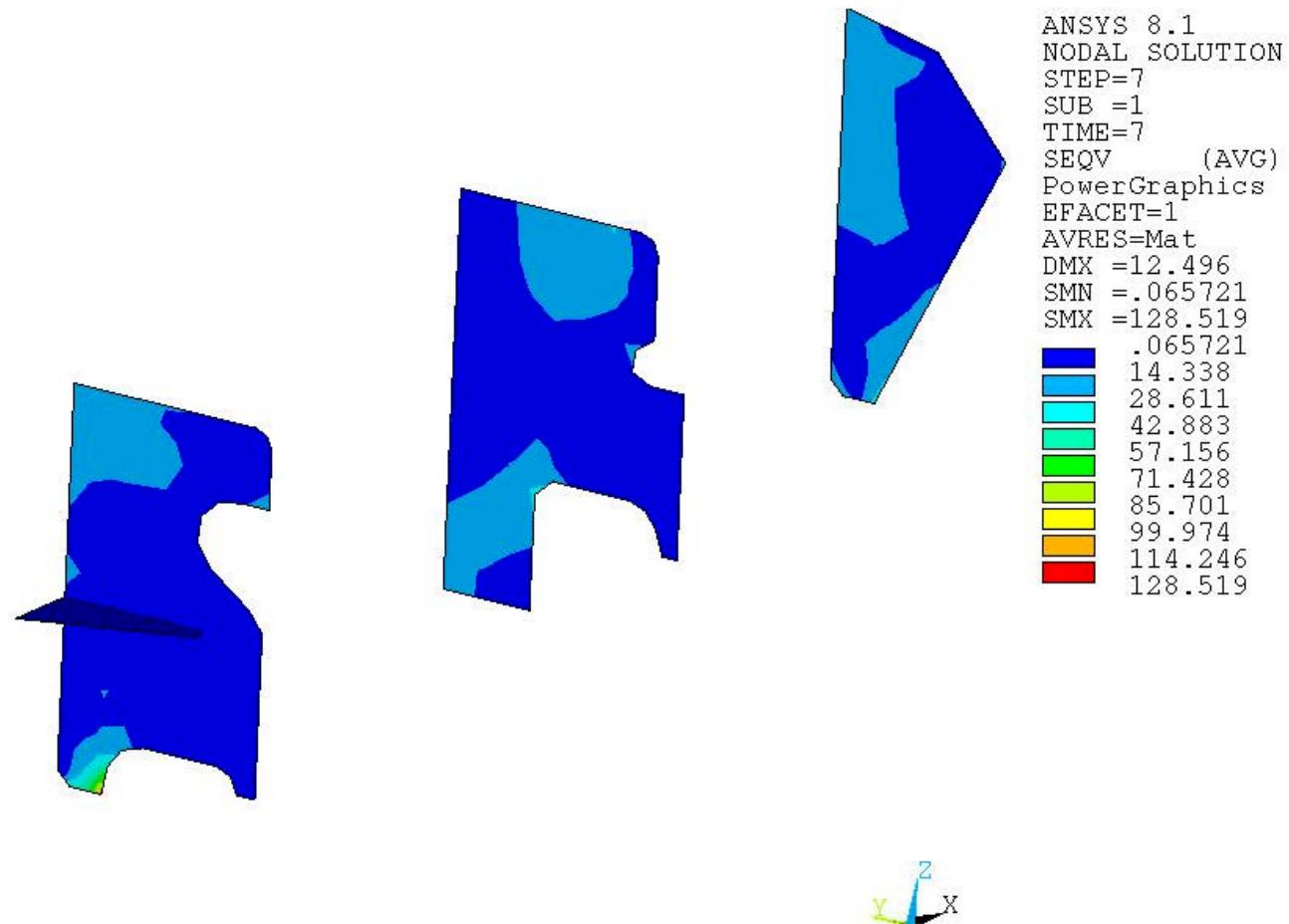
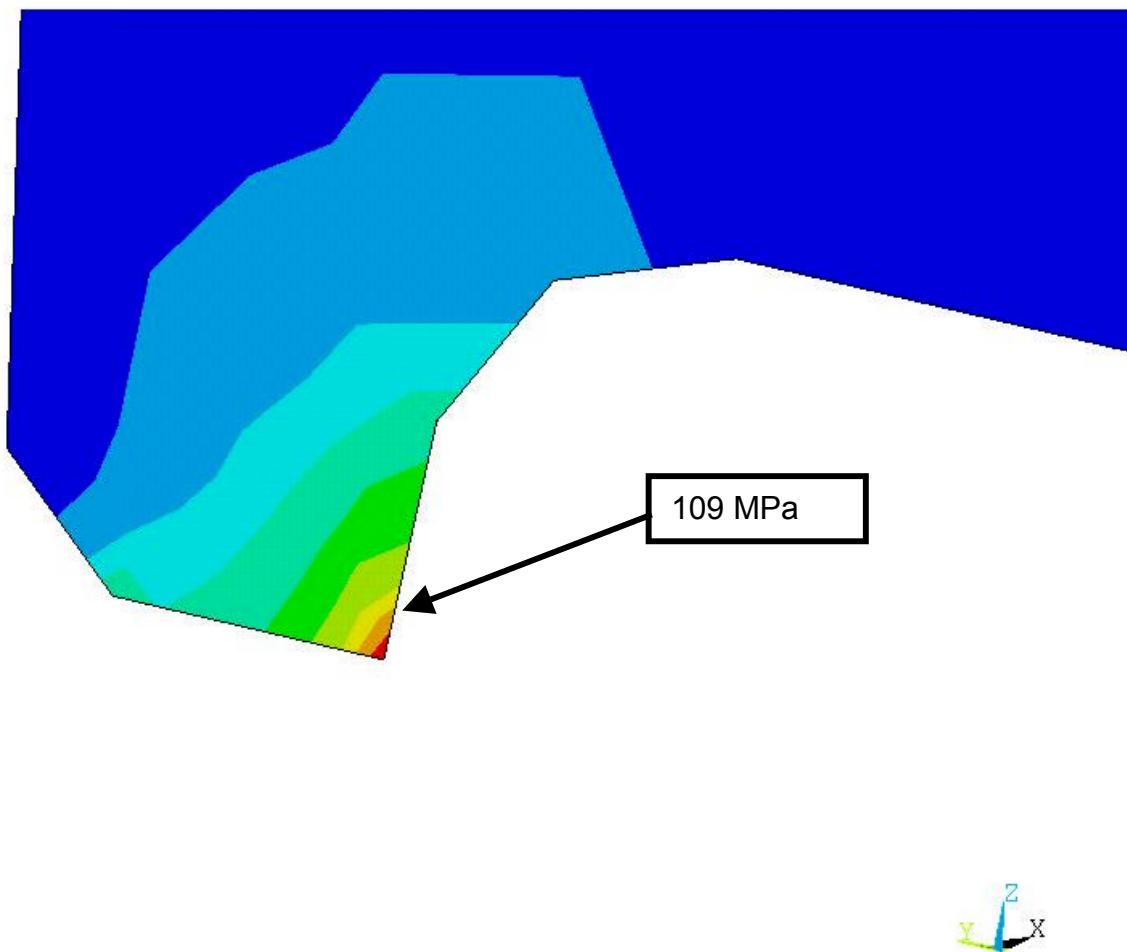


Bild 8.7.1: Lastfall 7



VT_628 Drehgestellrahmen LF 7

Bild 8.7.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 7

Bild 8.7.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

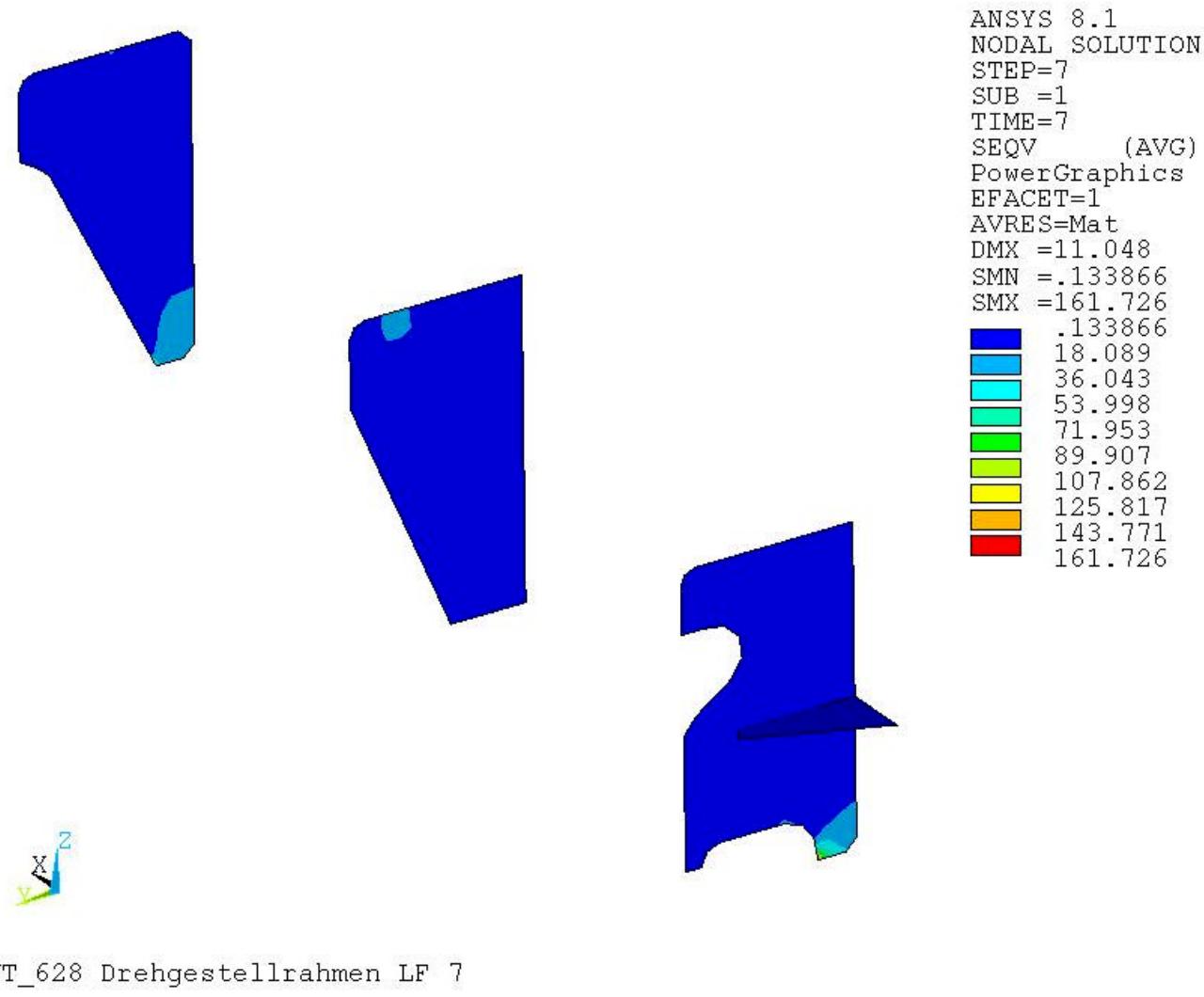
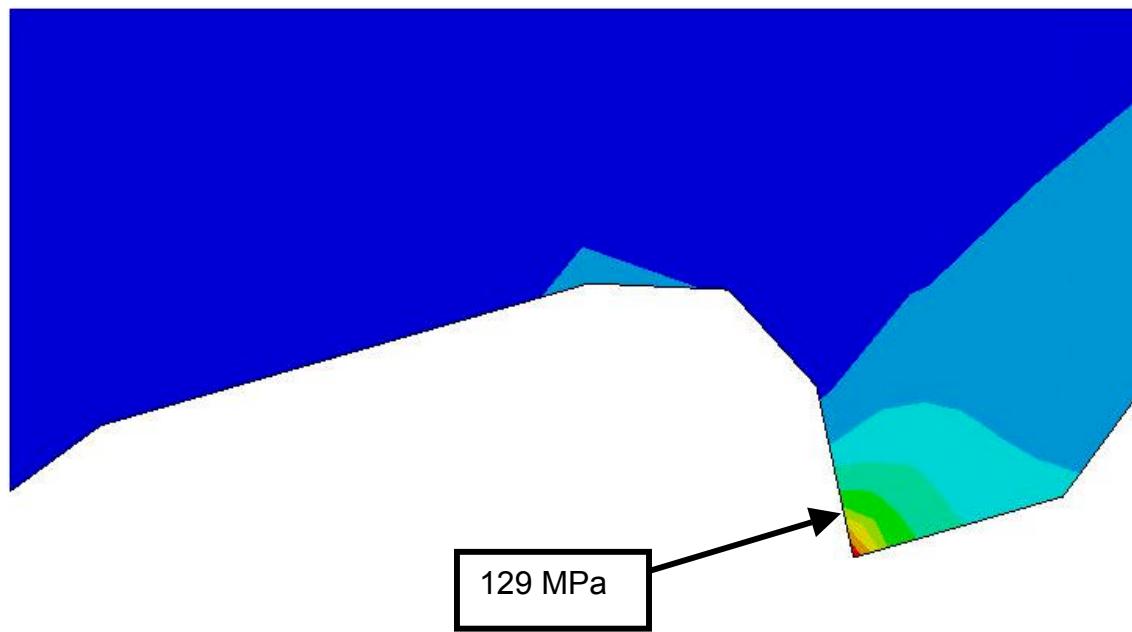


Bild 8.7.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 7

Bild 8.7.5: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

8.8 Lastfall 8

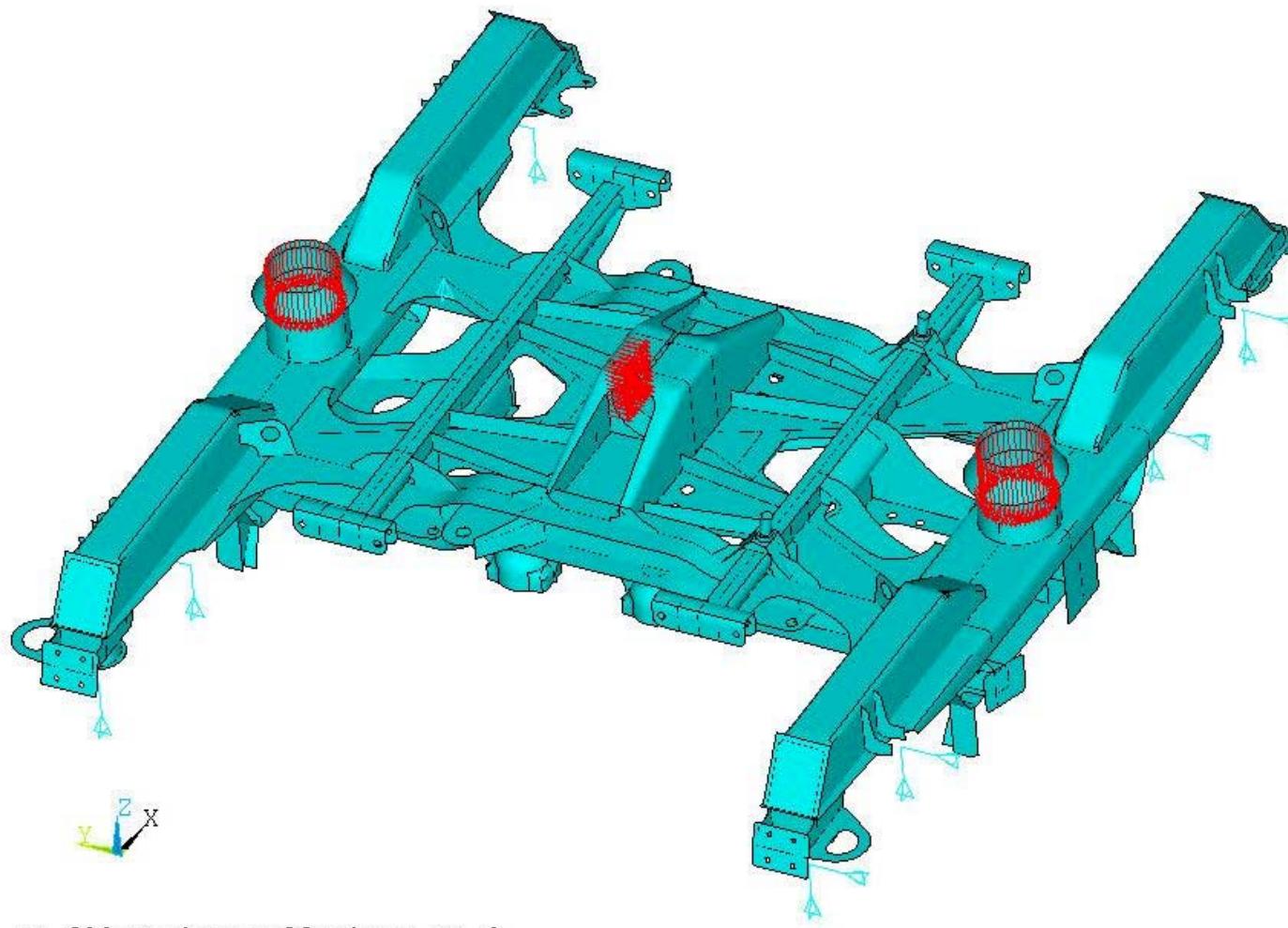
Bild 8.8.1: Lastfall 8

Bild 8.8.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.8.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.8.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

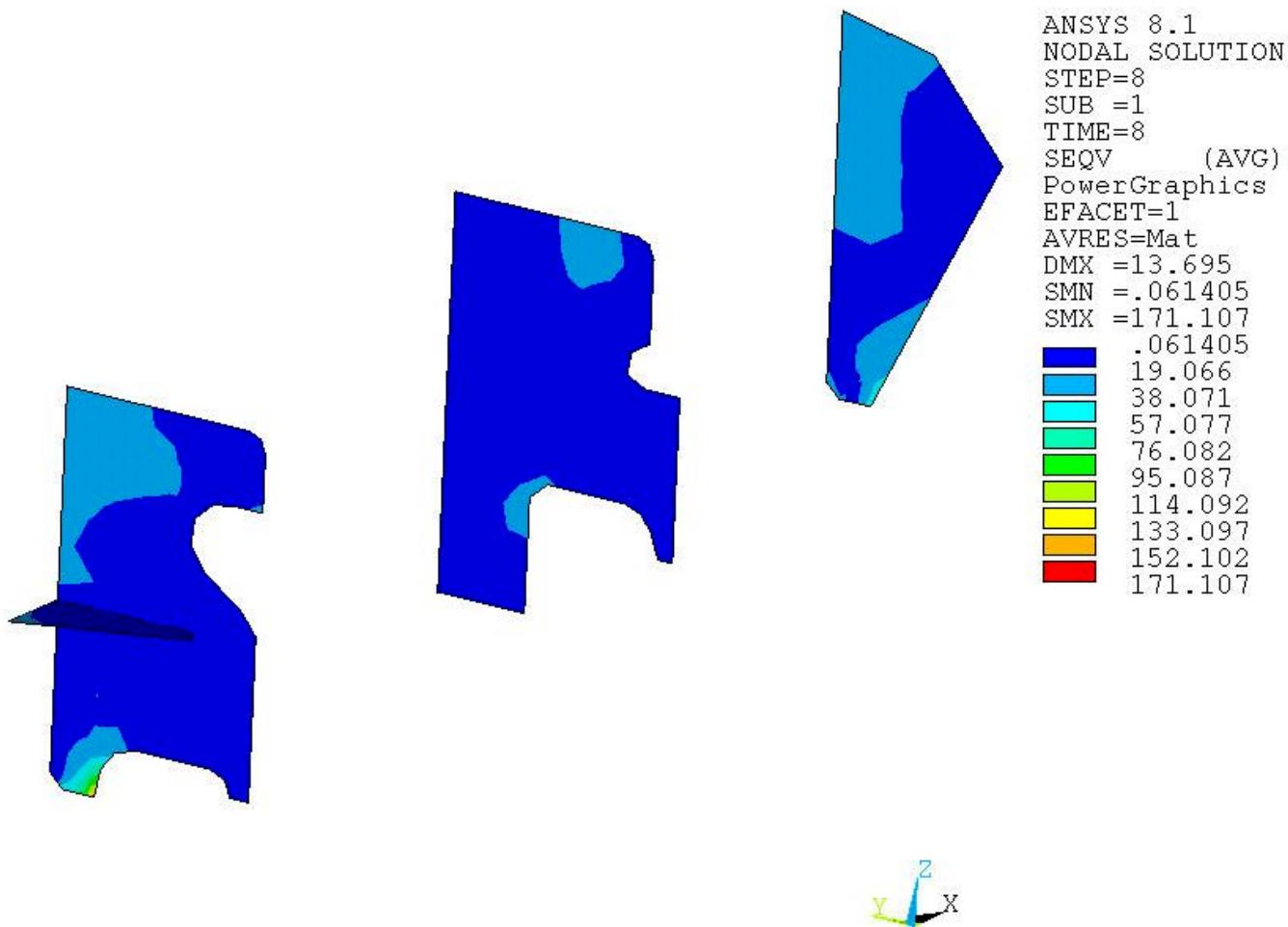
Bild 8.8.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 8

Bild 8.8.1: Lastfall 8

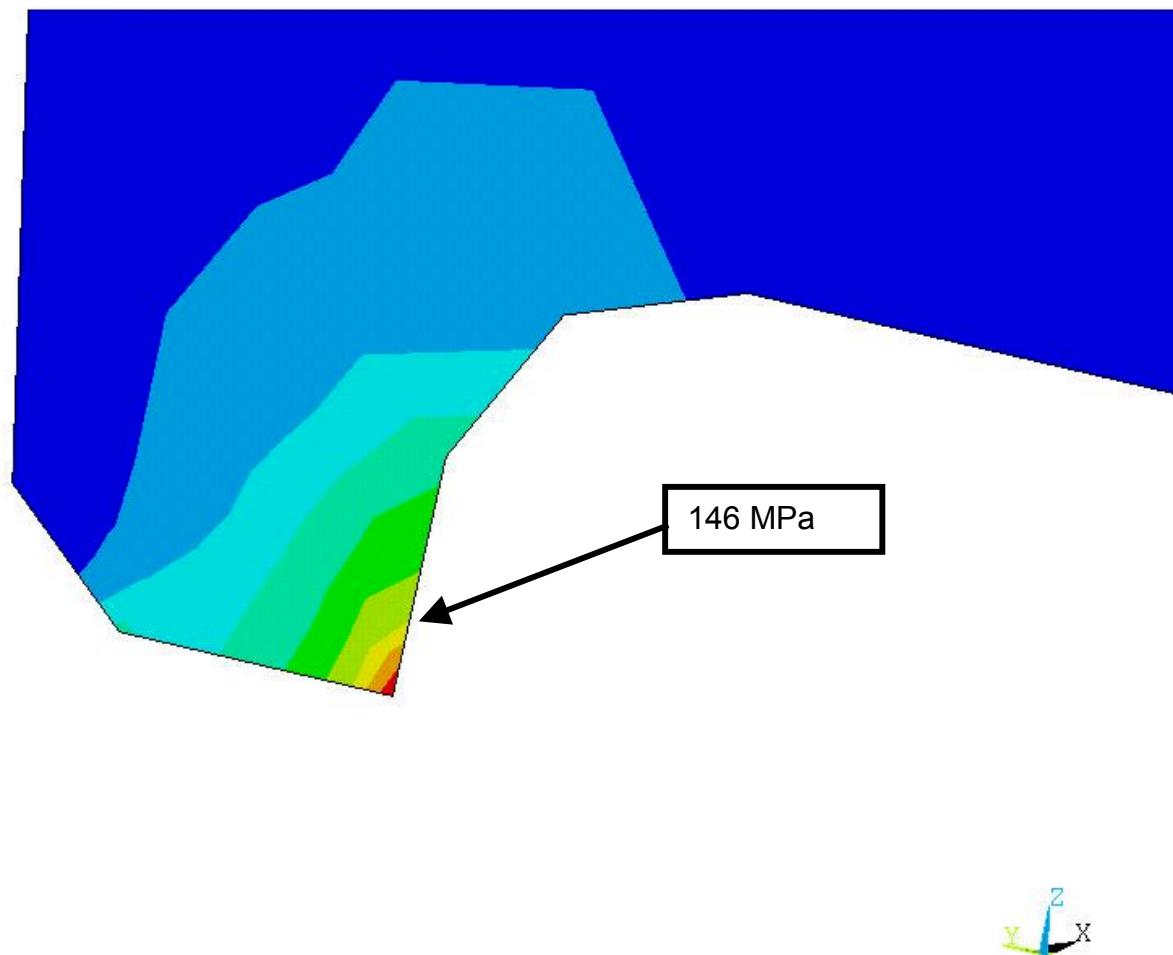
T.TZF 951



VT_628 Drehgestellrahmen LF 8

Bild 8.8.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

T.TZF 951



VT_628 Drehgestellrahmen LF 8

Bild 8.8.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

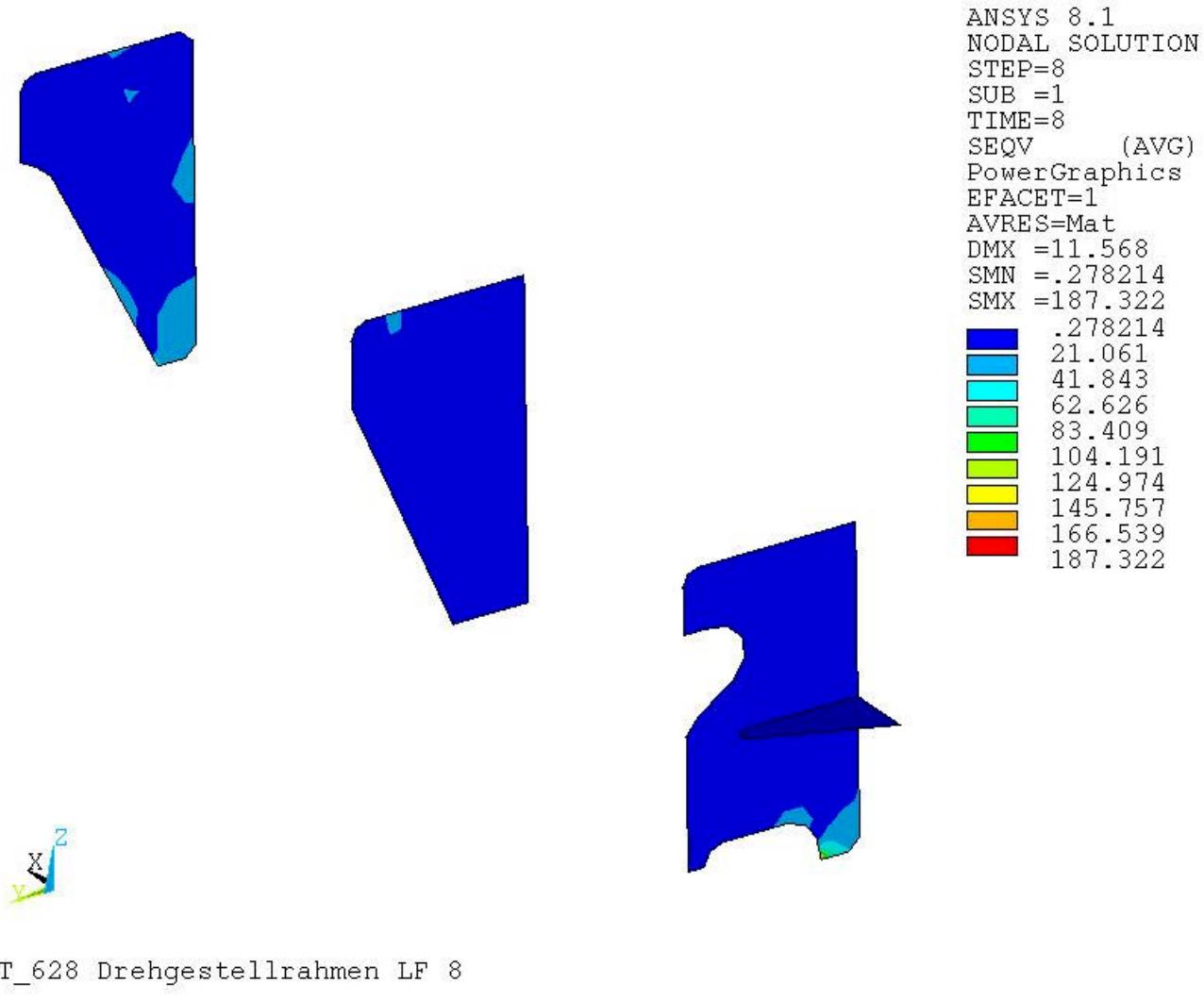


Bild 8.8.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

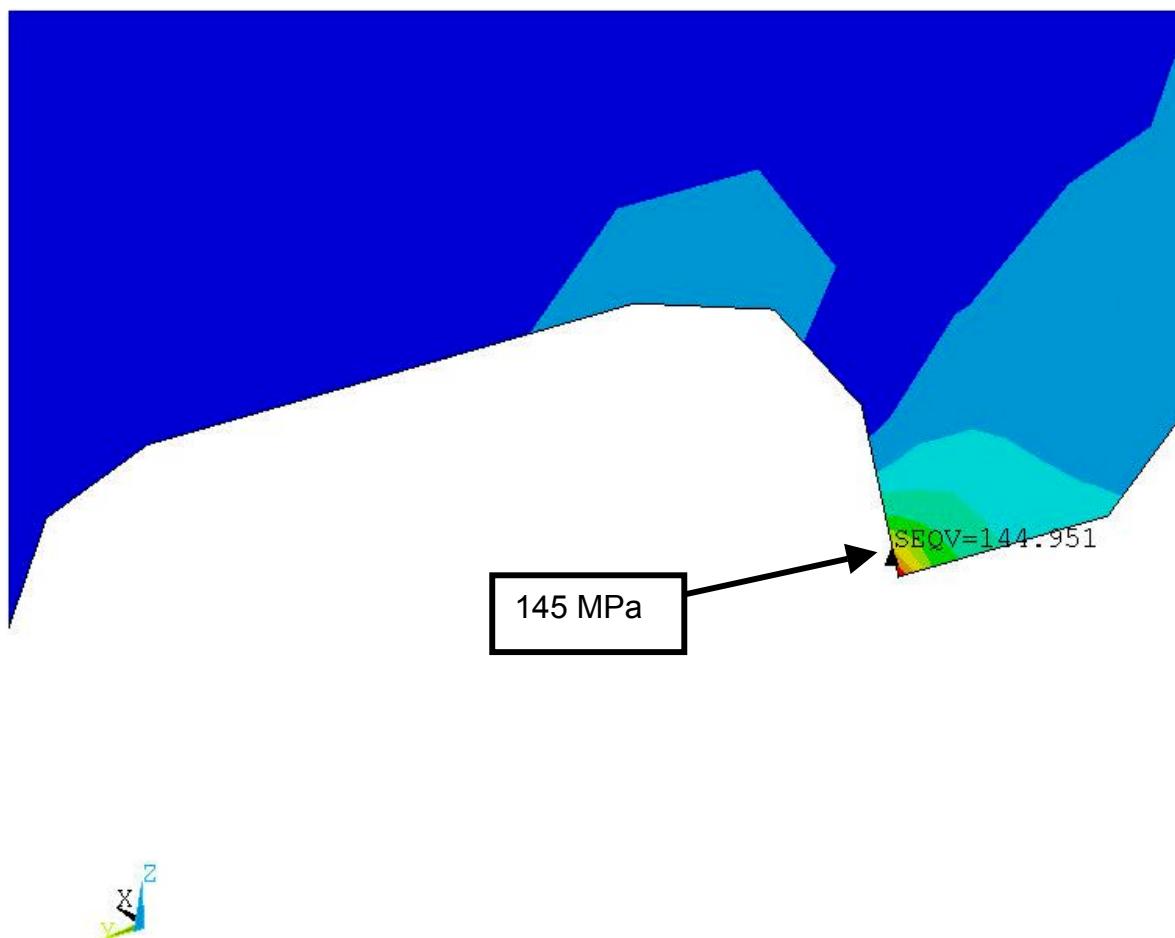


Bild 8.8.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.9 Lastfall 9

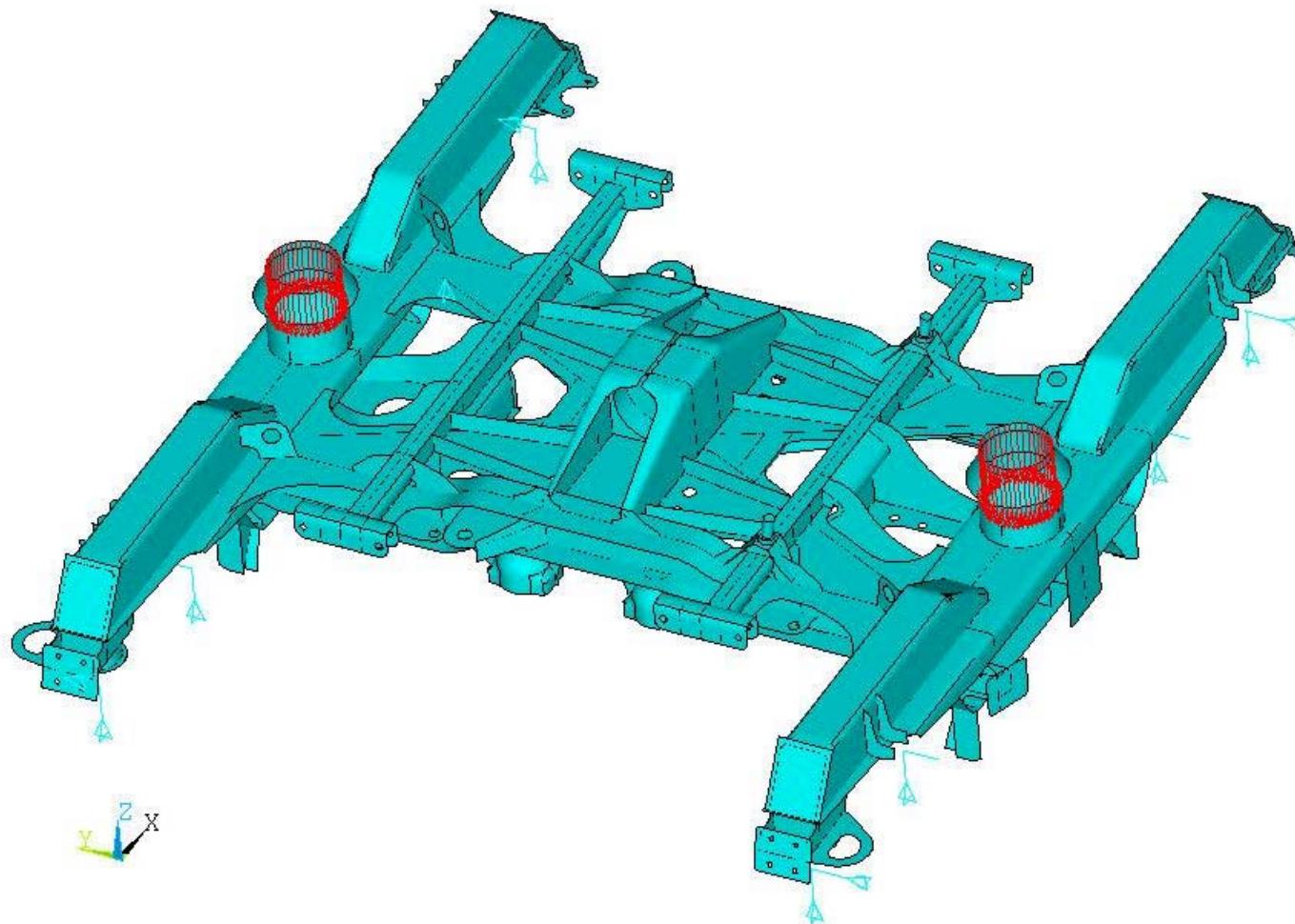
Bild 8.9.1: Lastfall 9

Bild 8.9.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.9.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.9.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.9.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 9

Bild 8.9.1: Lastfall 9

T.TZF 951

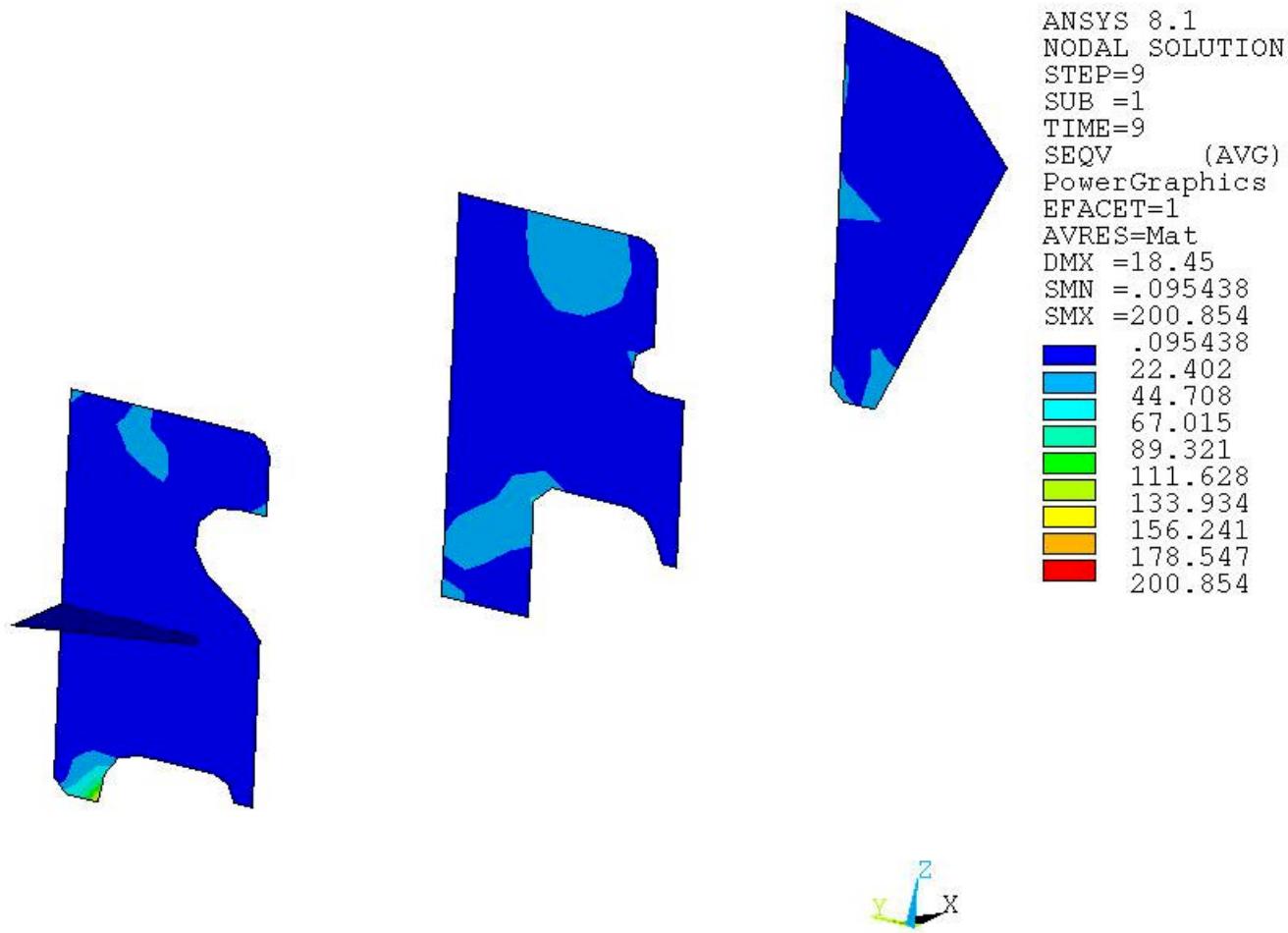
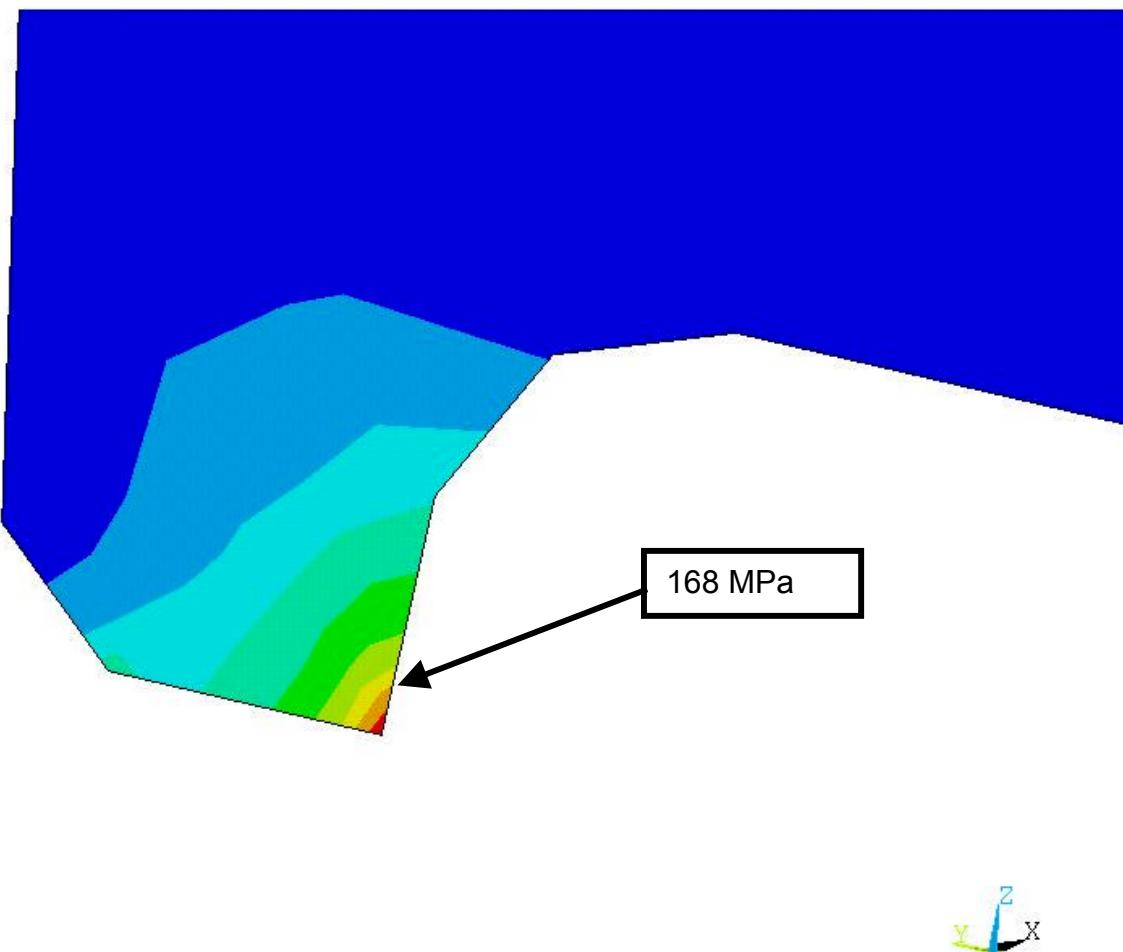
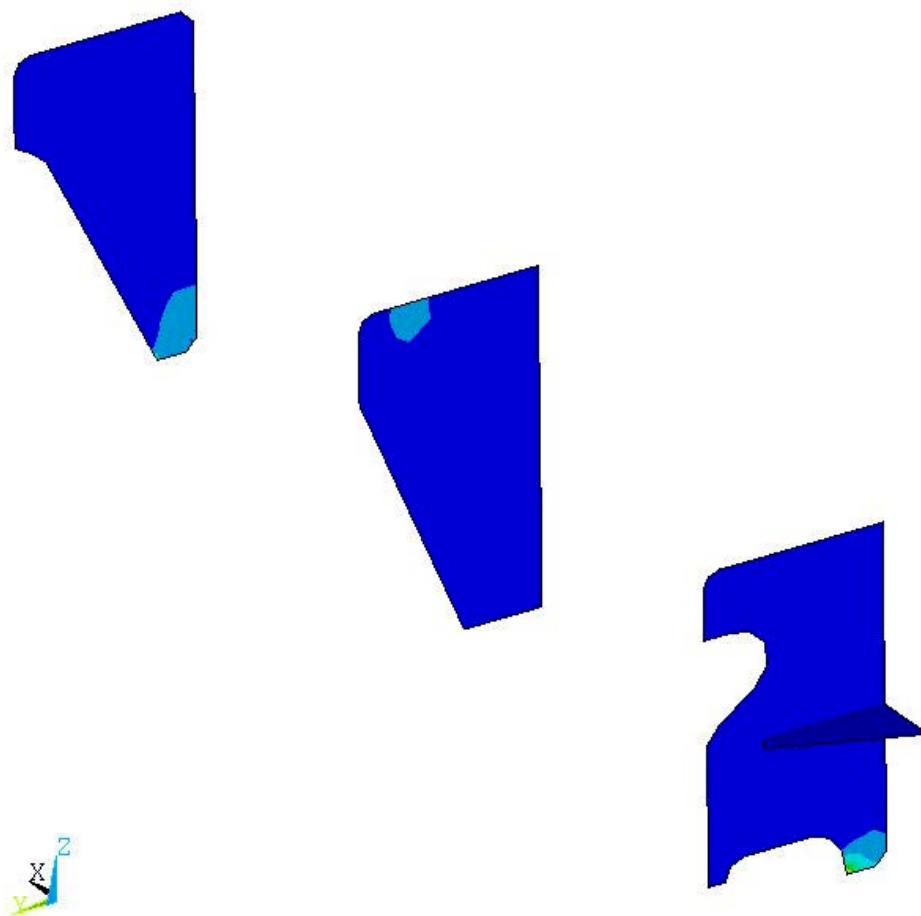


Bild 8.9.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



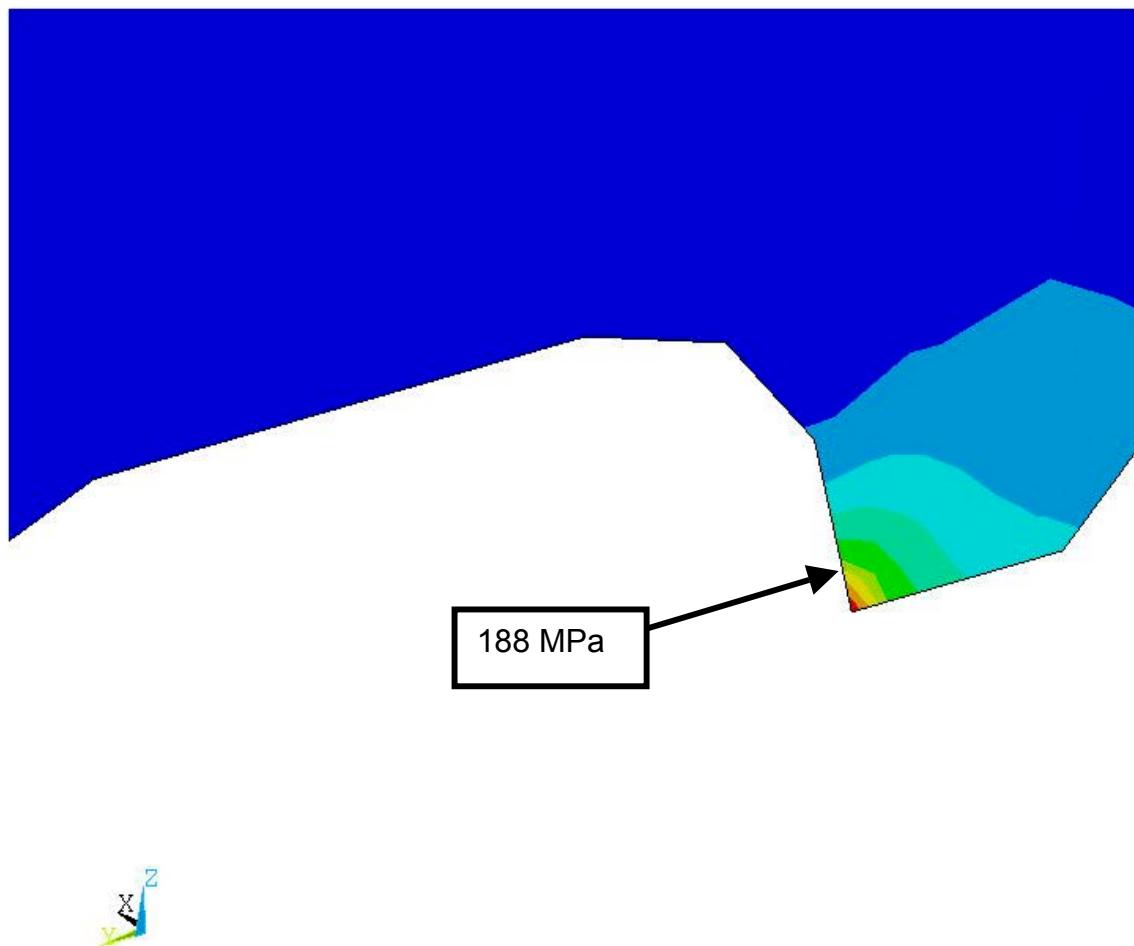
VT_628 Drehgestellrahmen LF 9

Bild 8.9.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 9

Bild 8.9.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 9

Bild 8.9.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.10 Lastfall 10

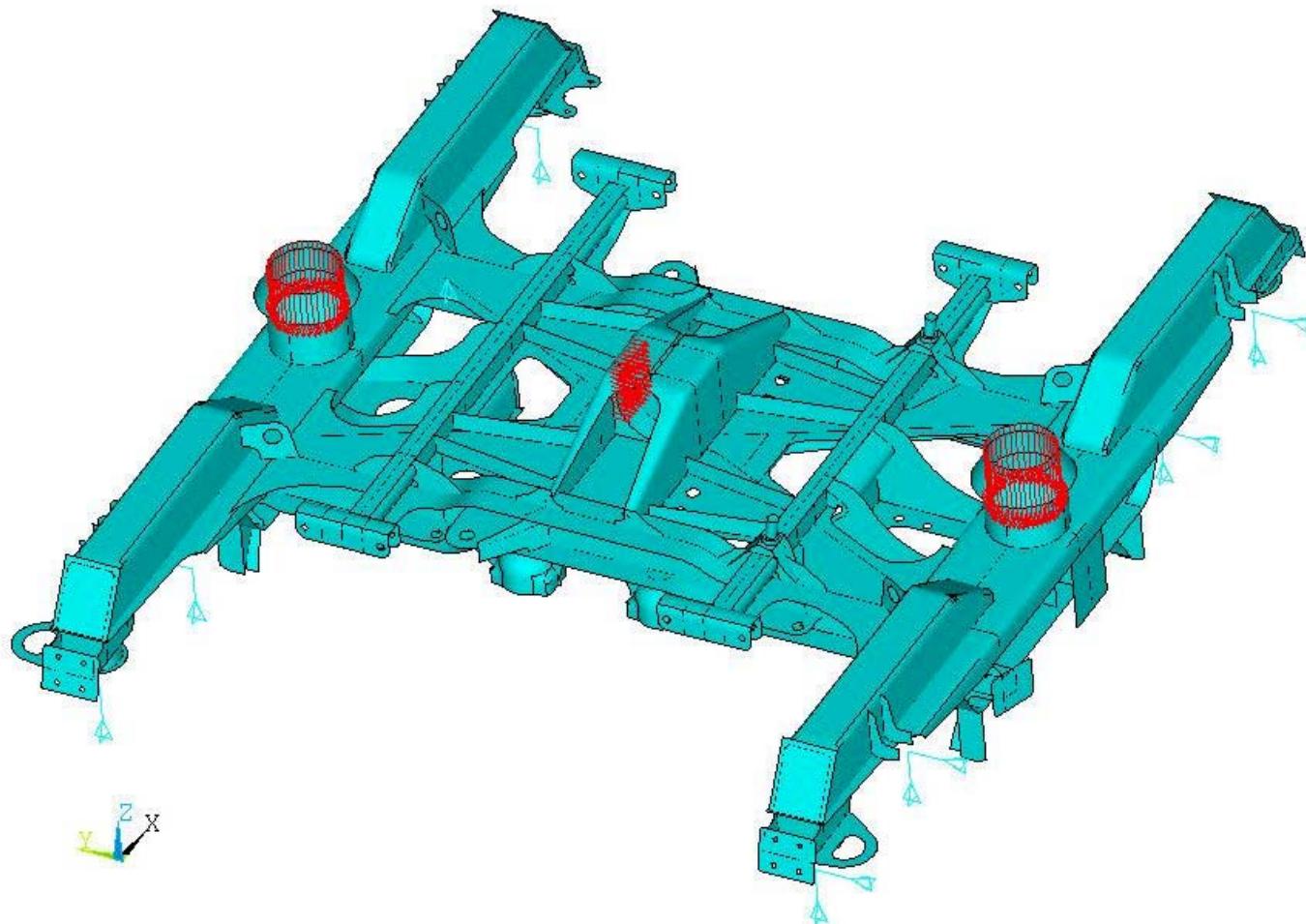
Bild 8.10.1: Lastfall 10

Bild 8.10.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.10.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.10.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.10.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 10

Bild 8.10.1: Lastfall 10

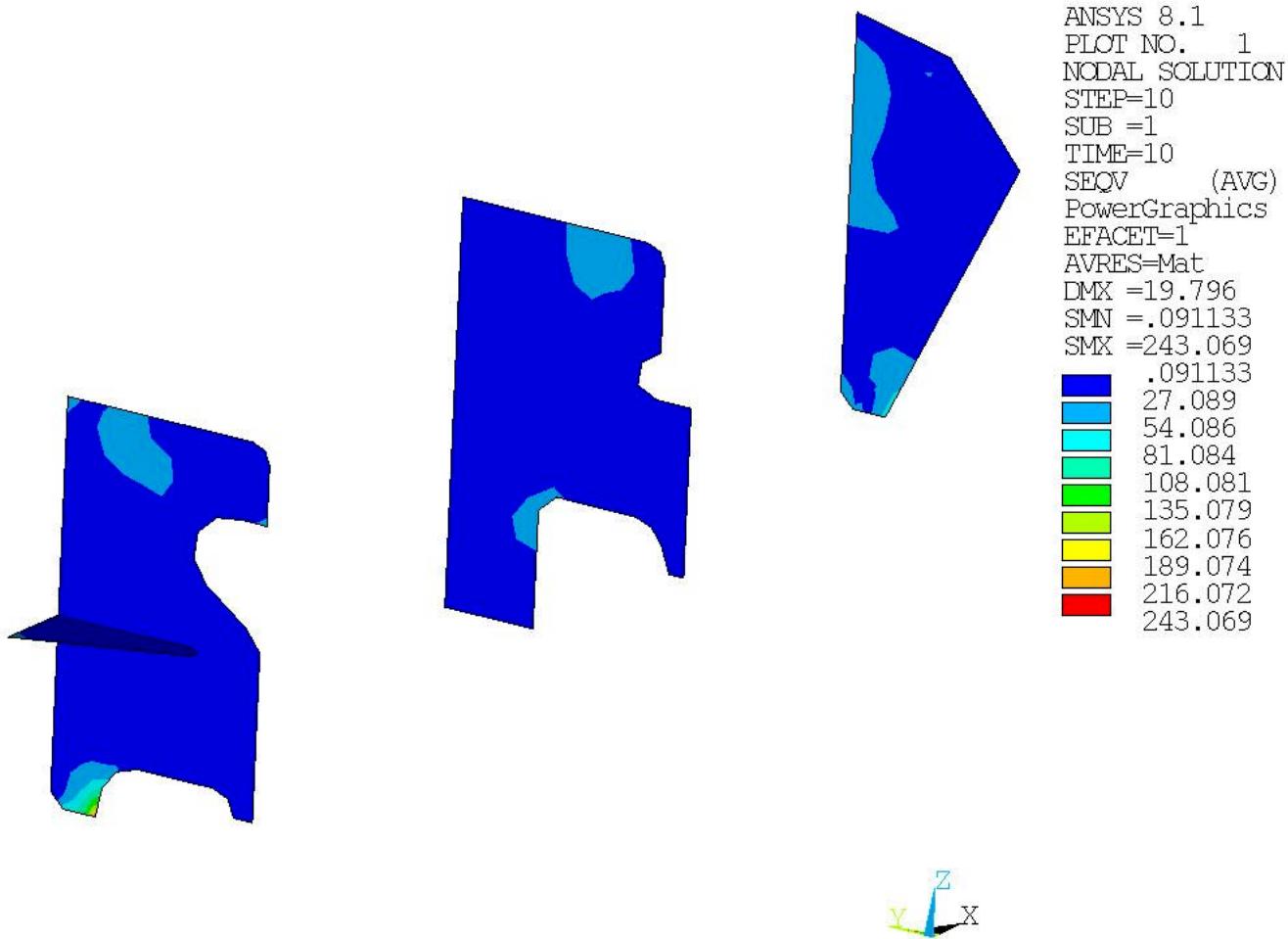
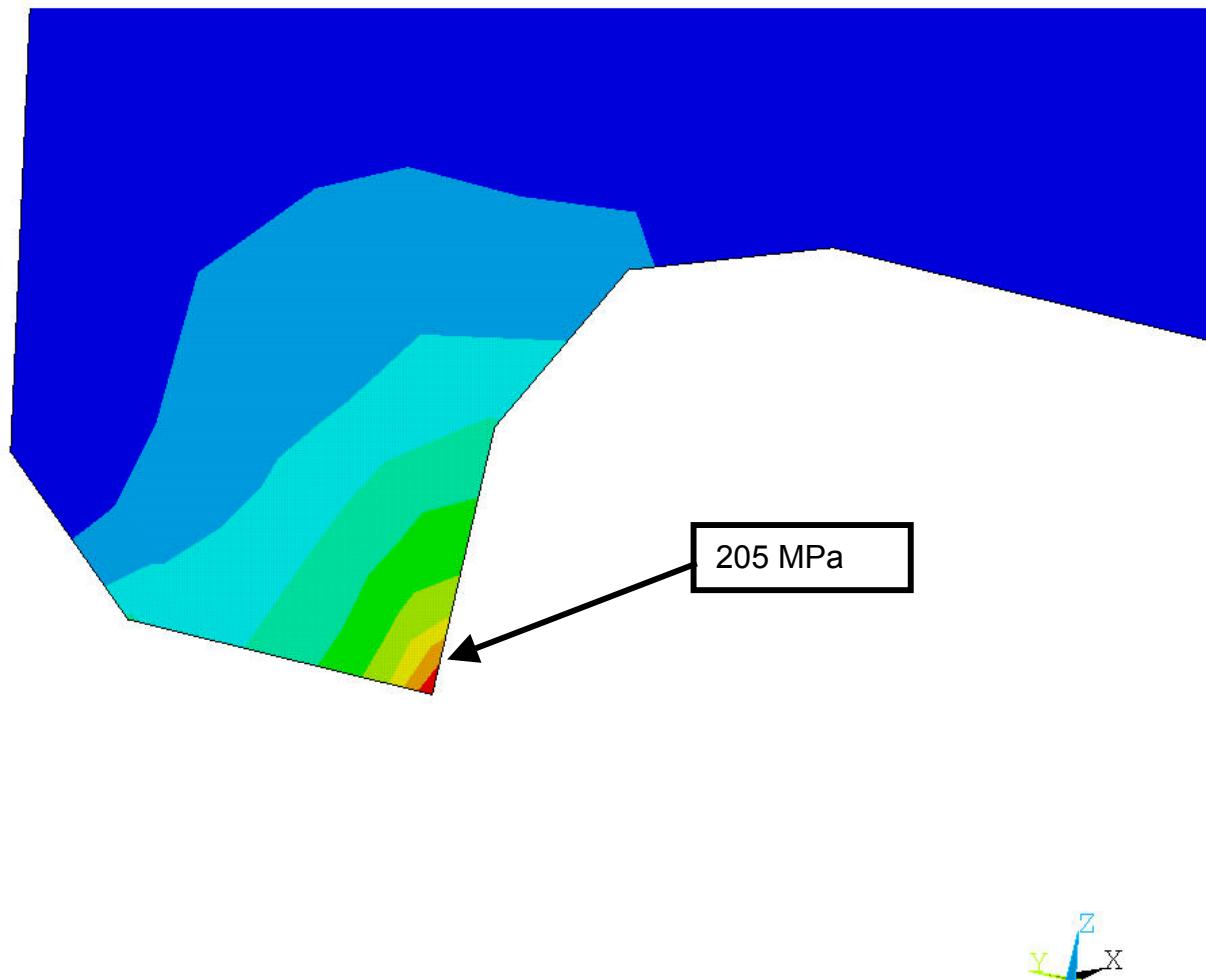


Bild 8.10.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 10

Bild 8.10.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

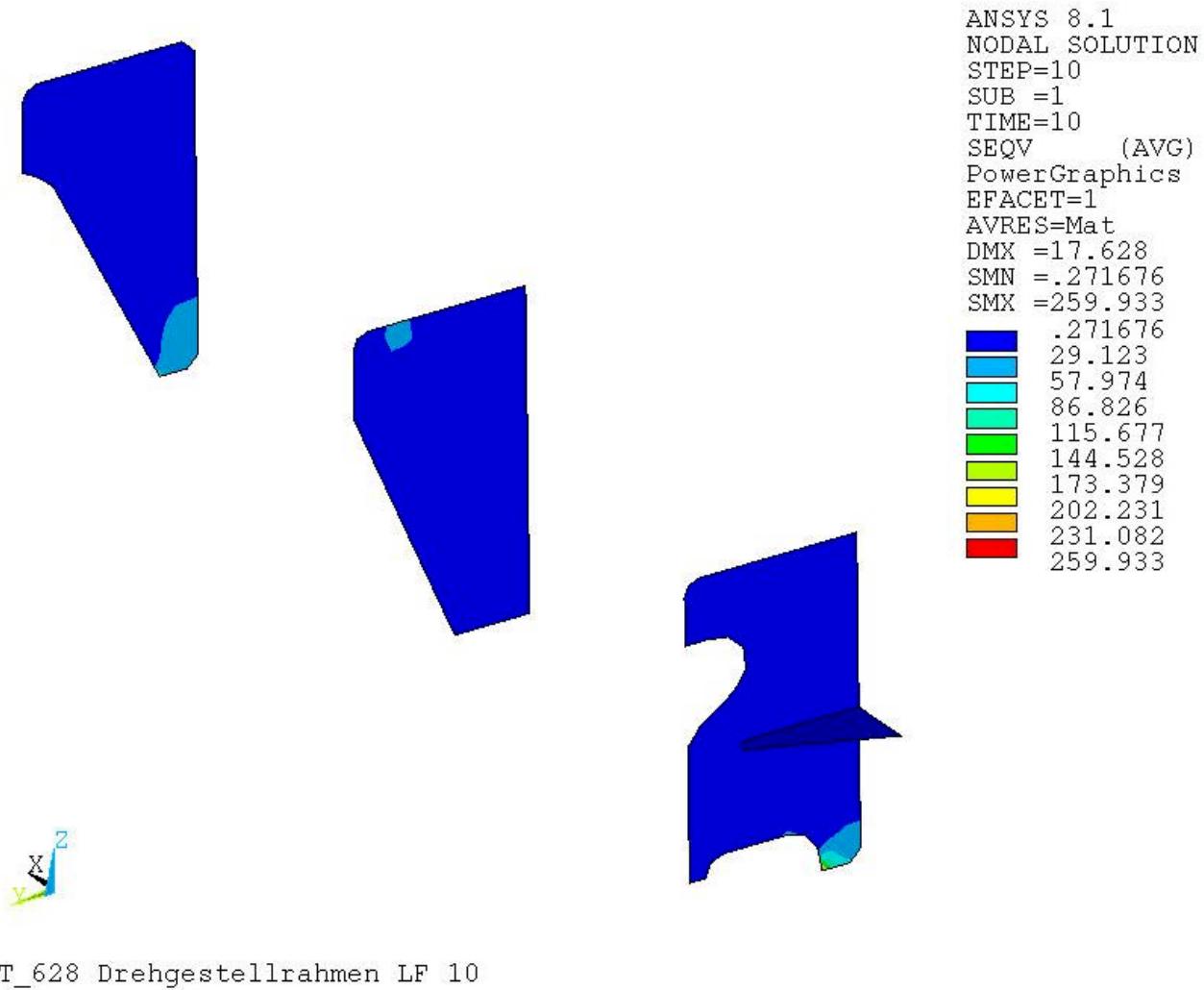
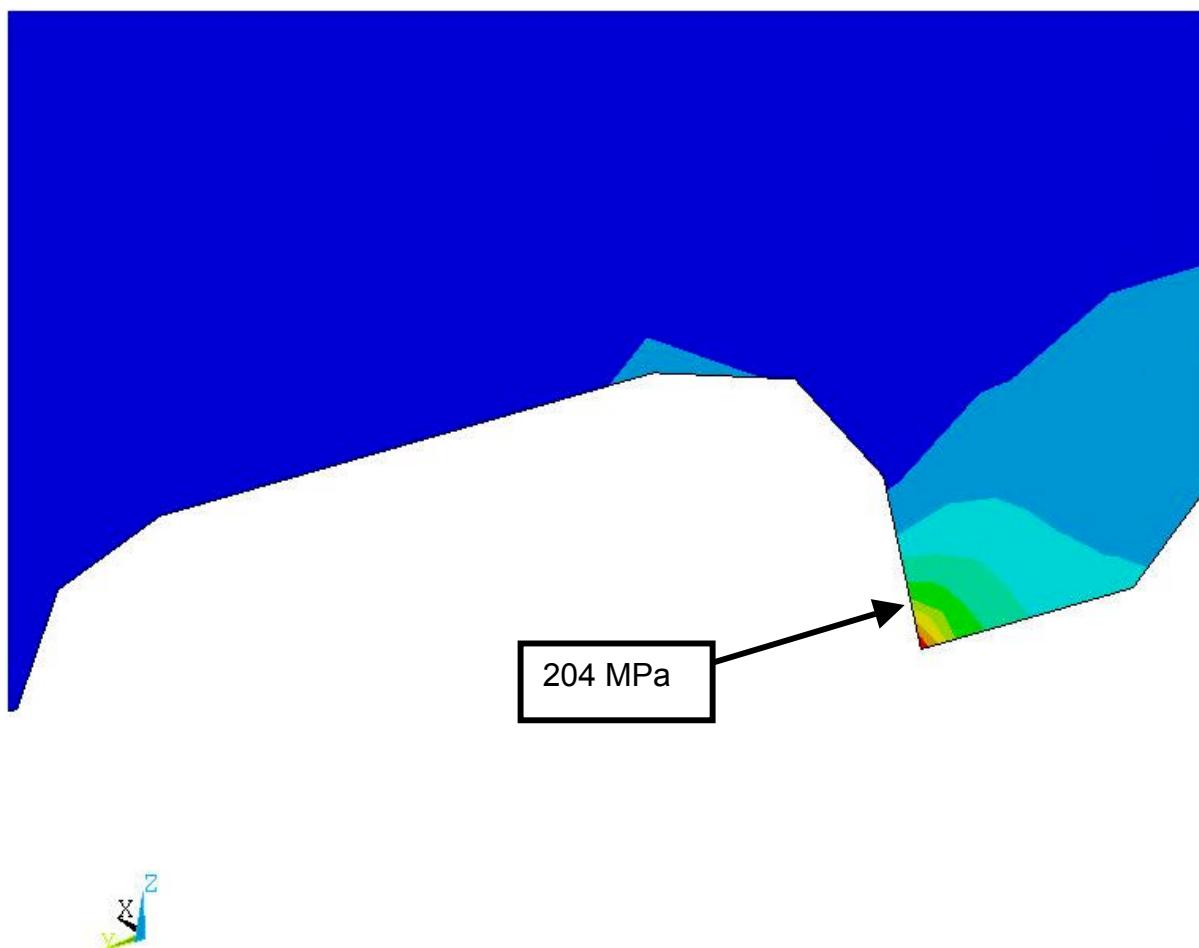


Bild 8.10.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 10

Bild 8.10.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.11 Lastfall 11

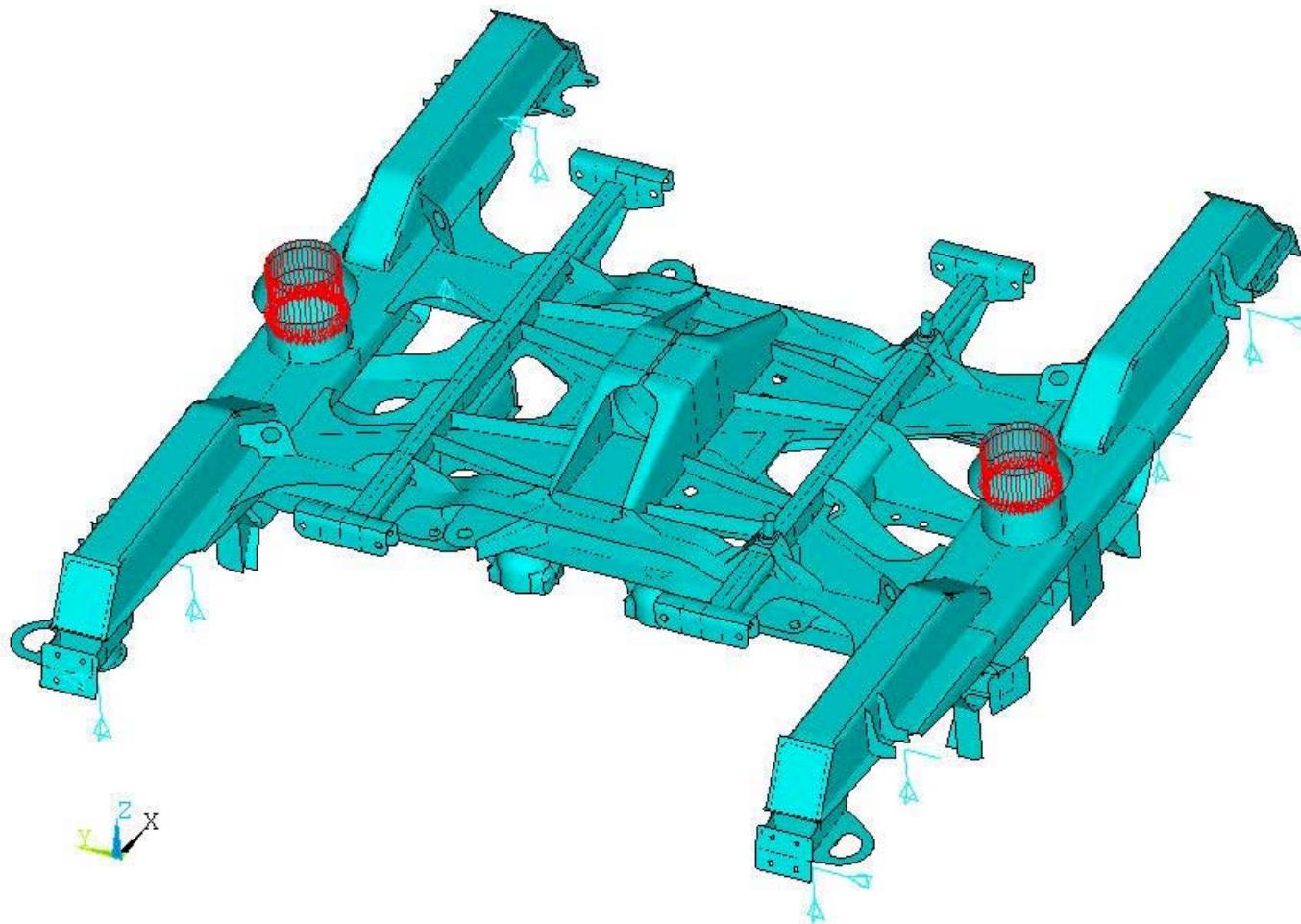
Bild 8.11.1: Lastfall 11

Bild 8.11.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.11.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

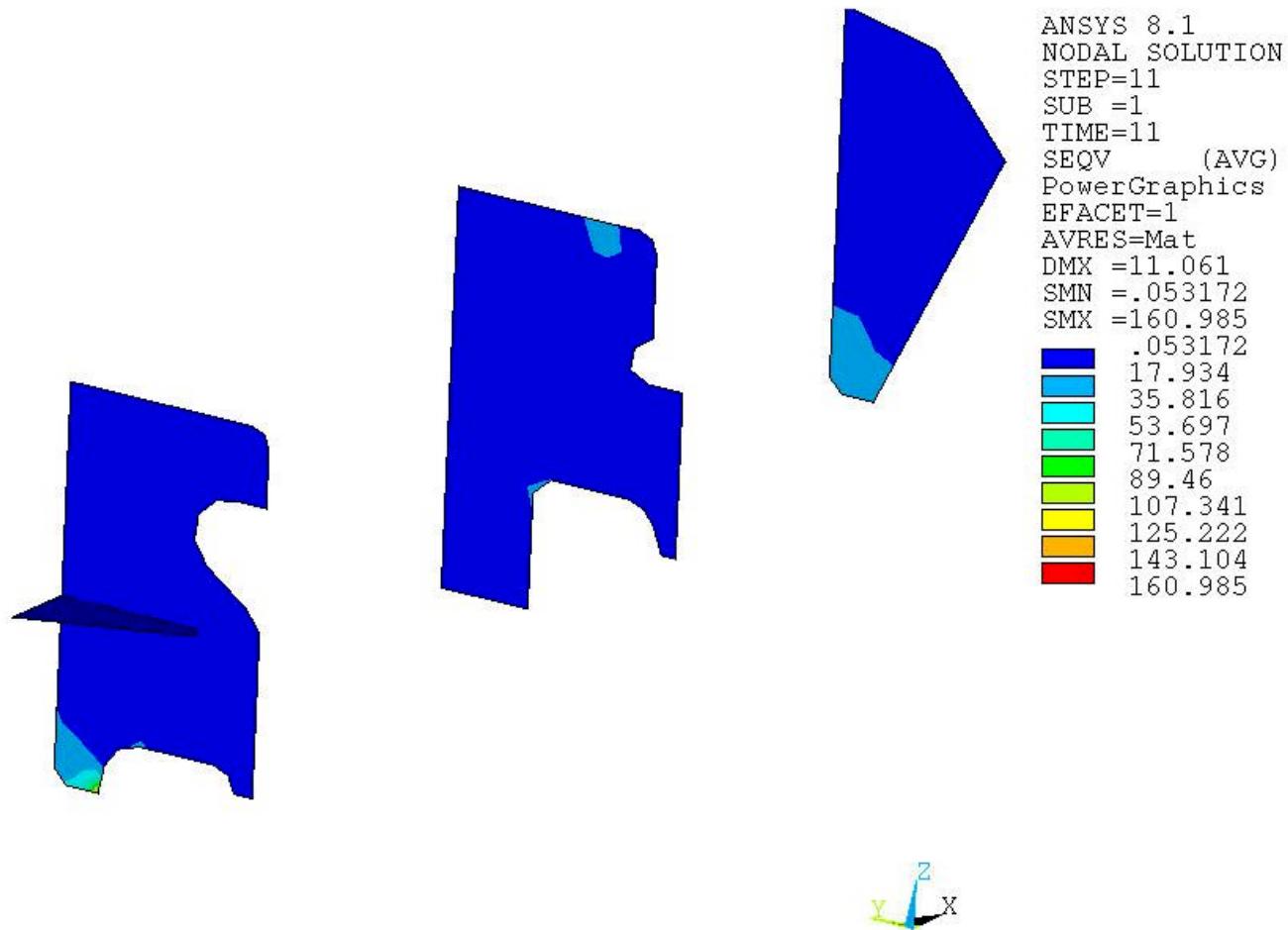
Bild 8.11.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.11.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



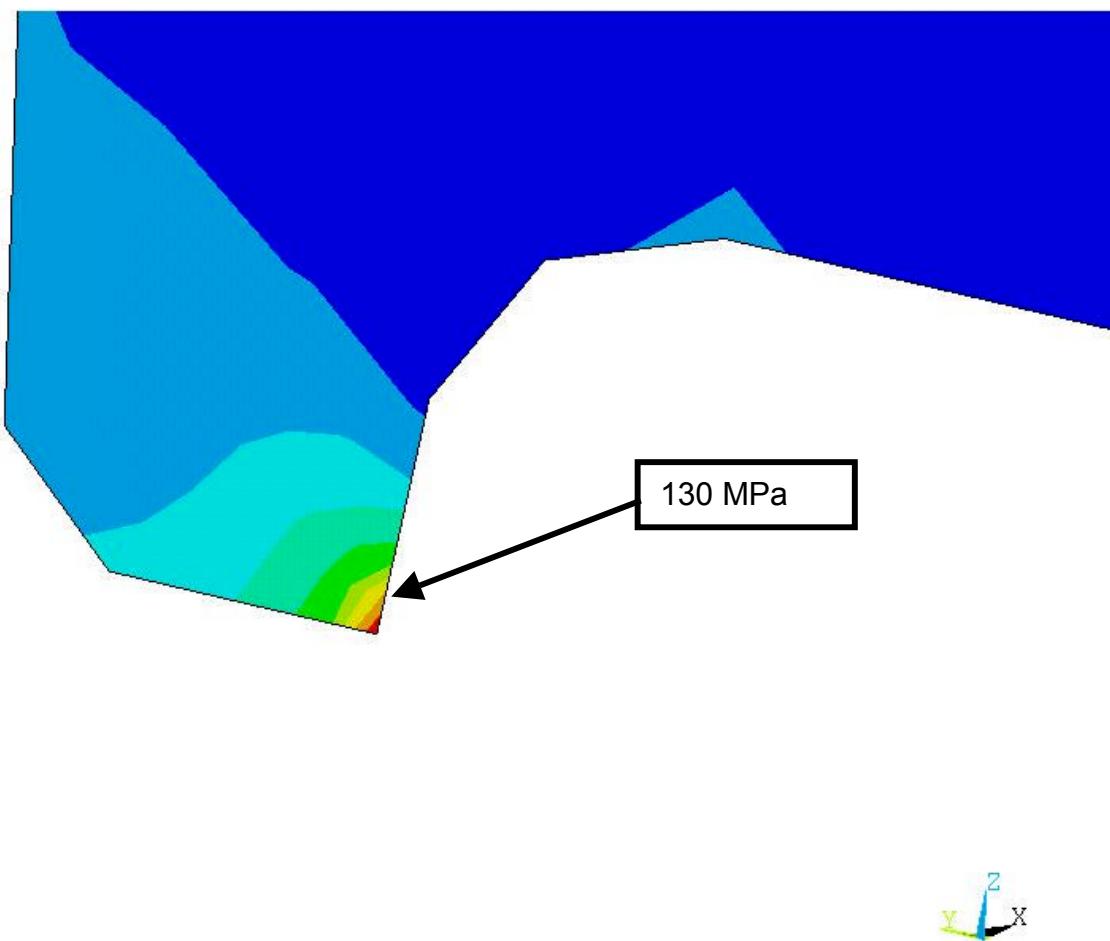
VT_628 Drehgestellrahmen LF 11

Bild 8.11.1: Lastfall 11



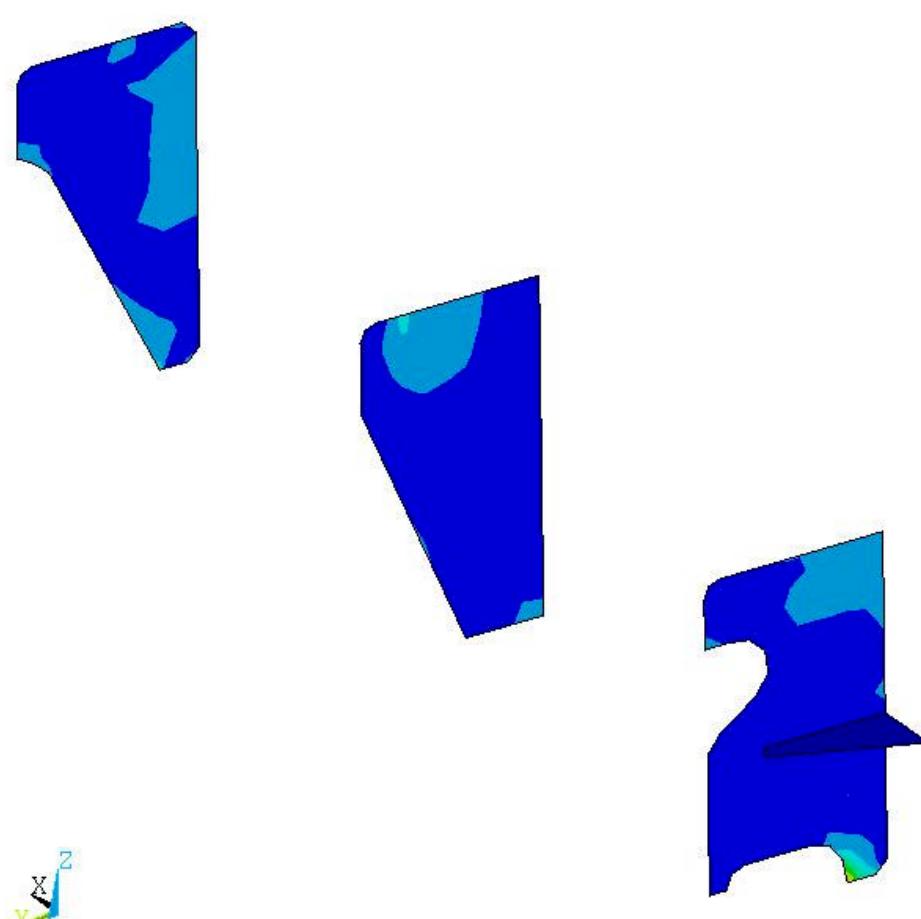
VT_628 Drehgestellrahmen LF 11

Bild 8.11.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 11

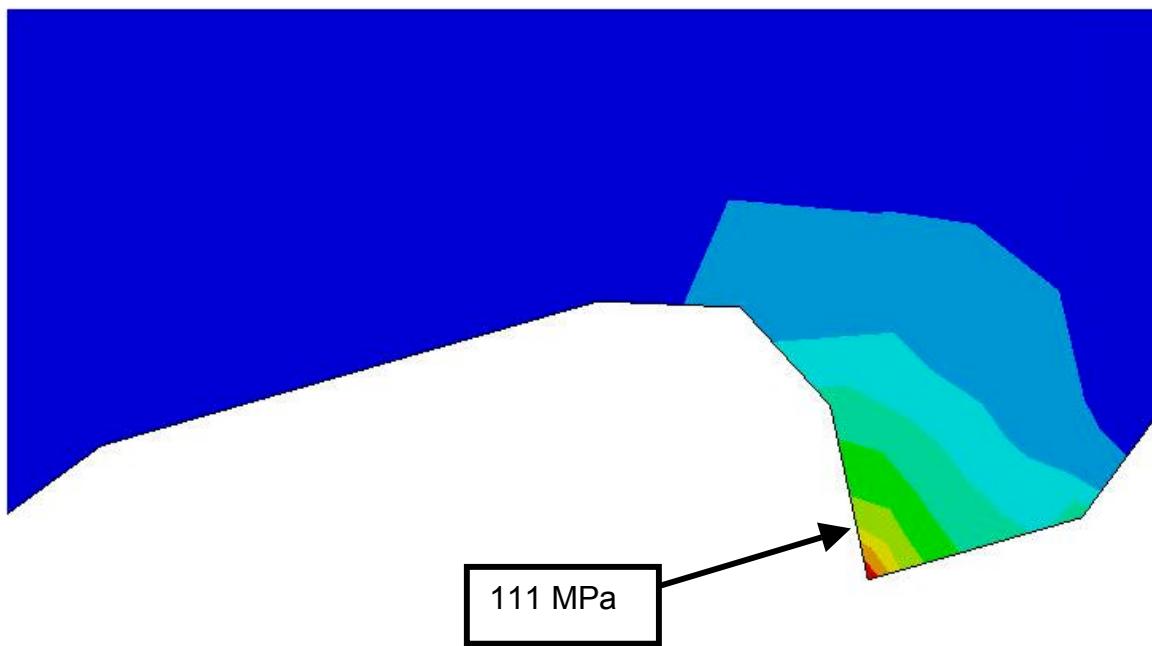
Bild 8.11.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



ANSYS 8.1
NODAL SOLUTION
STEP=11
SUB =1
TIME=11
SEQV (AVG)
PowerGraphics
EFACET=1
AVRES=Mat
DMX =12.492
SMN =.319857
SMX =130.655
.319857
14.801
29.283
43.765
58.246
72.728
87.21
101.691
116.173
130.655

VT_628 Drehgestellrahmen LF 11

Bild 8.11.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 11

Bild 8.11.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.12 Lastfall 12

Bild 8.12.1: Lastfall 12

Bild 8.12.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.12.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.12.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.12.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

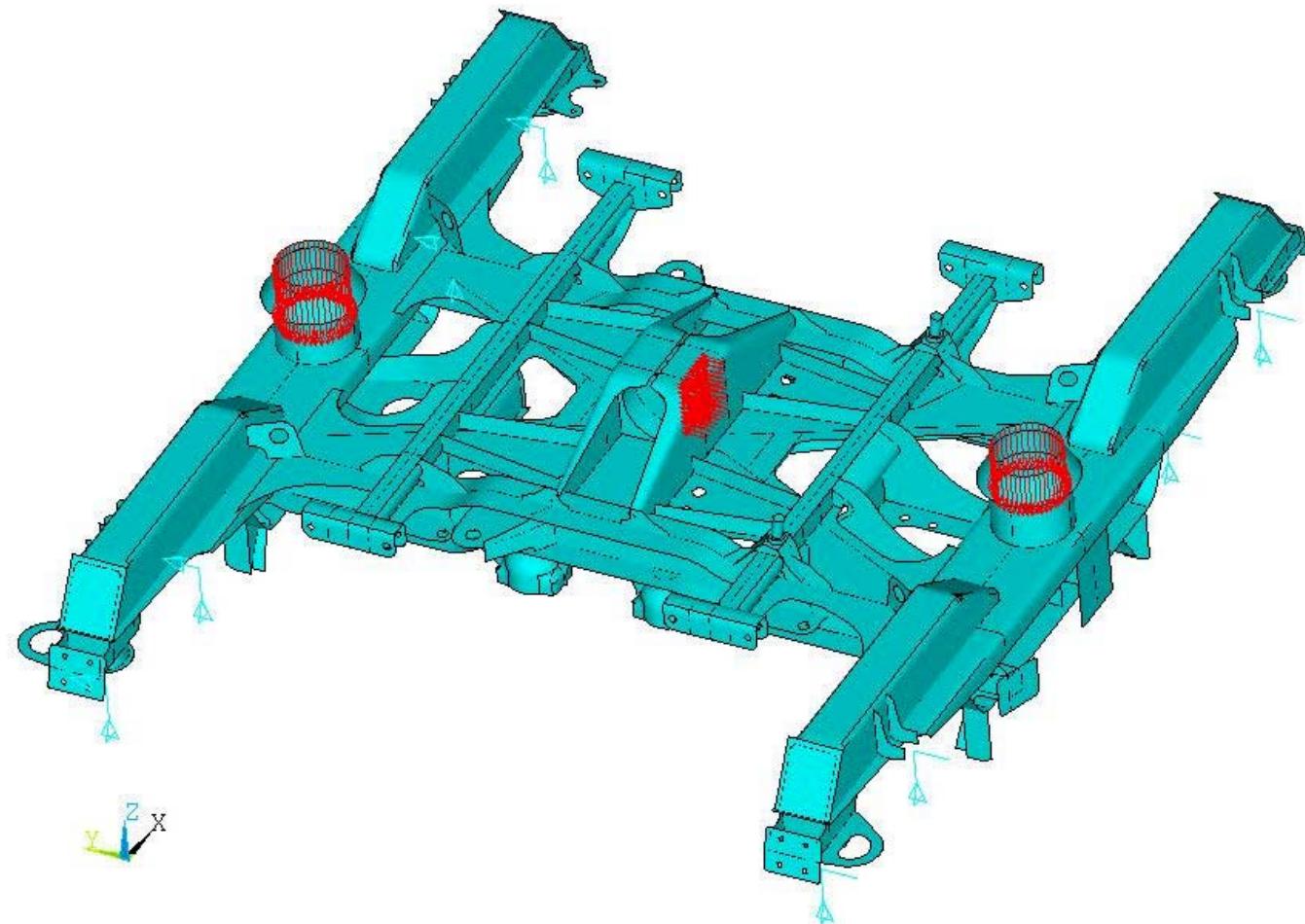
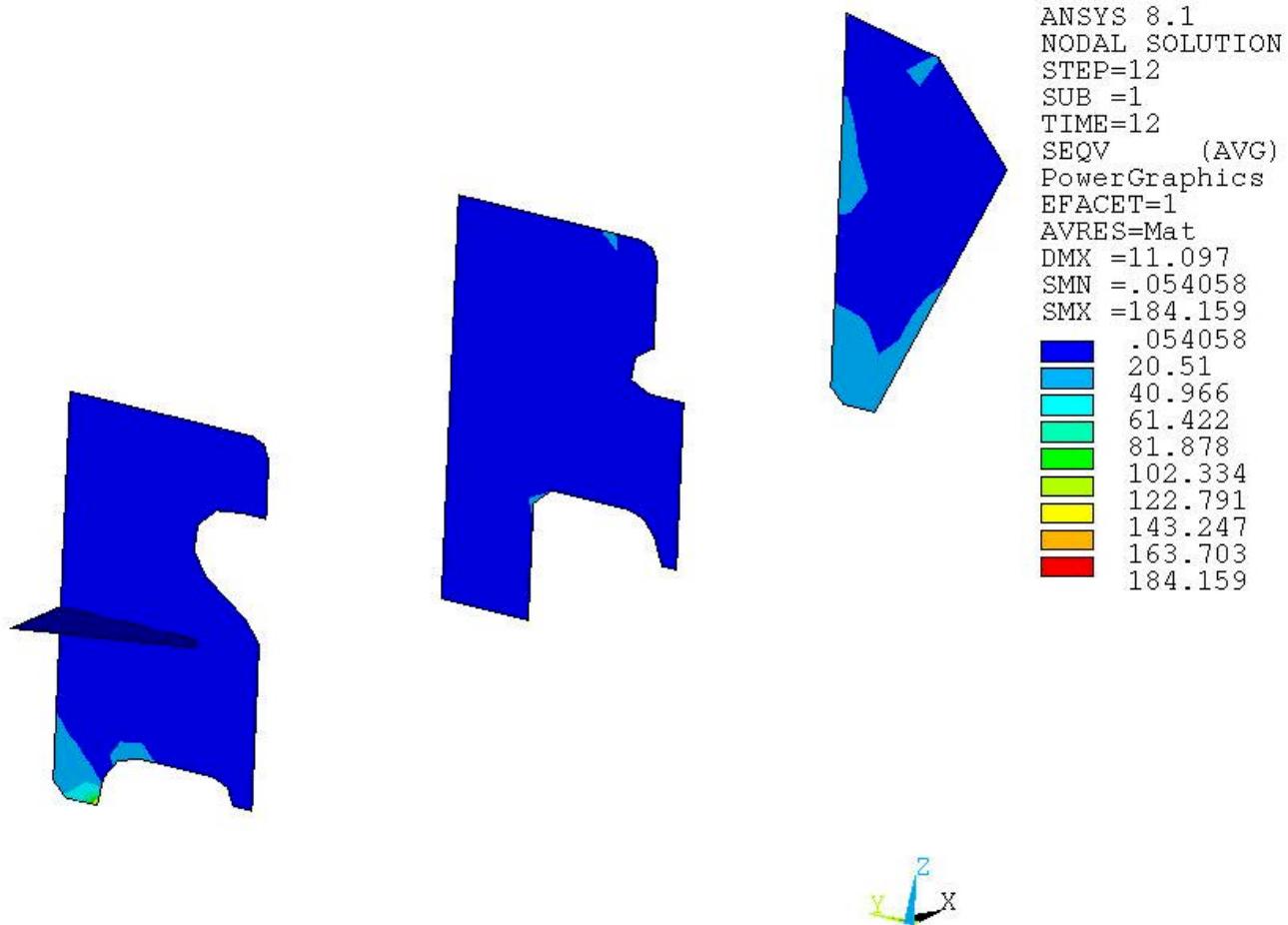
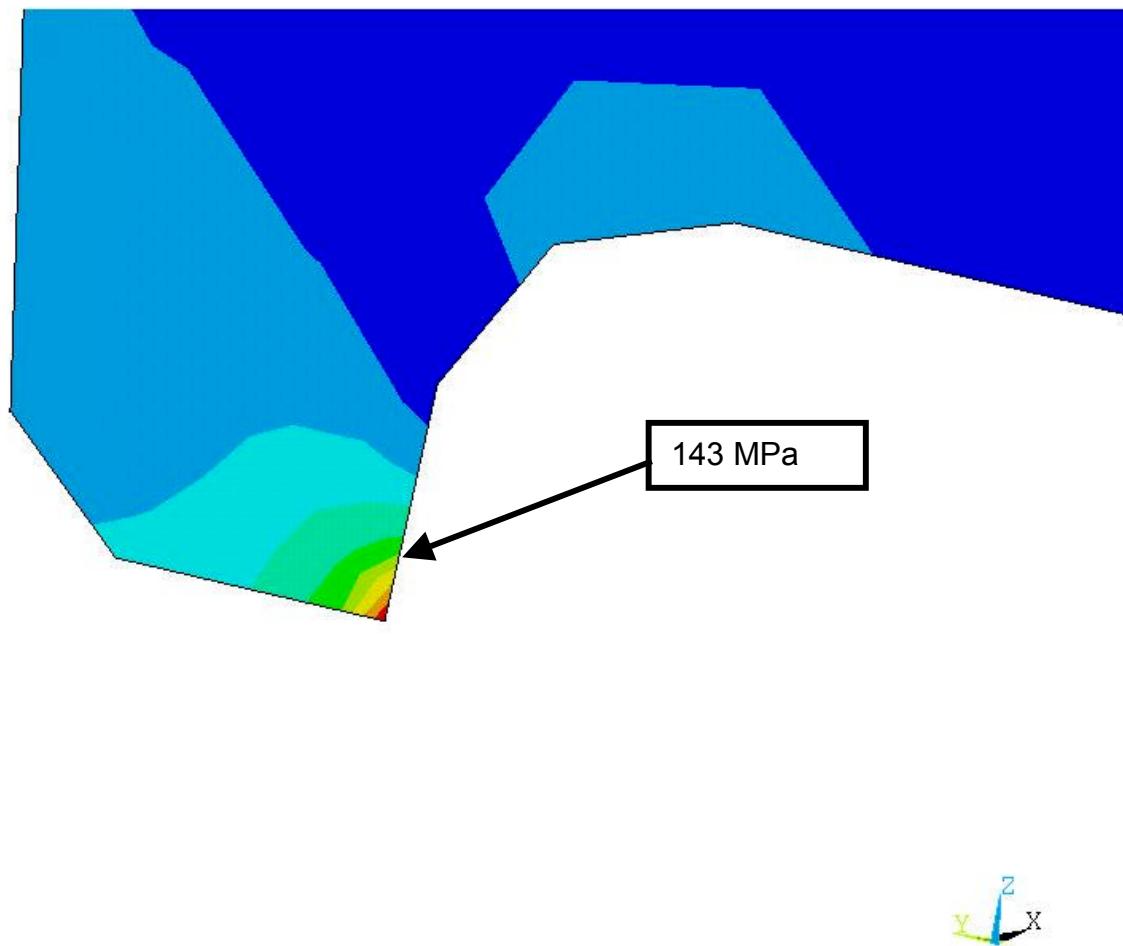


Bild 8.12.1: Lastfall 12



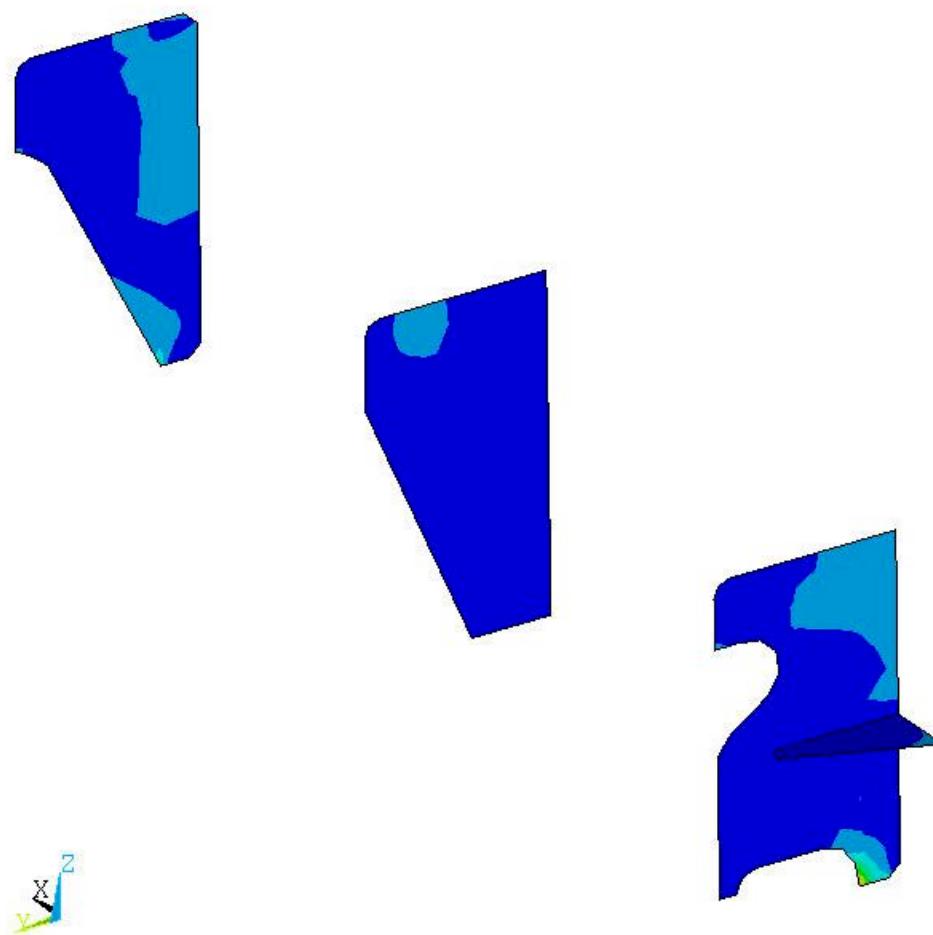
VT_628 Drehgestellrahmen LF 12

Bild 8.12.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



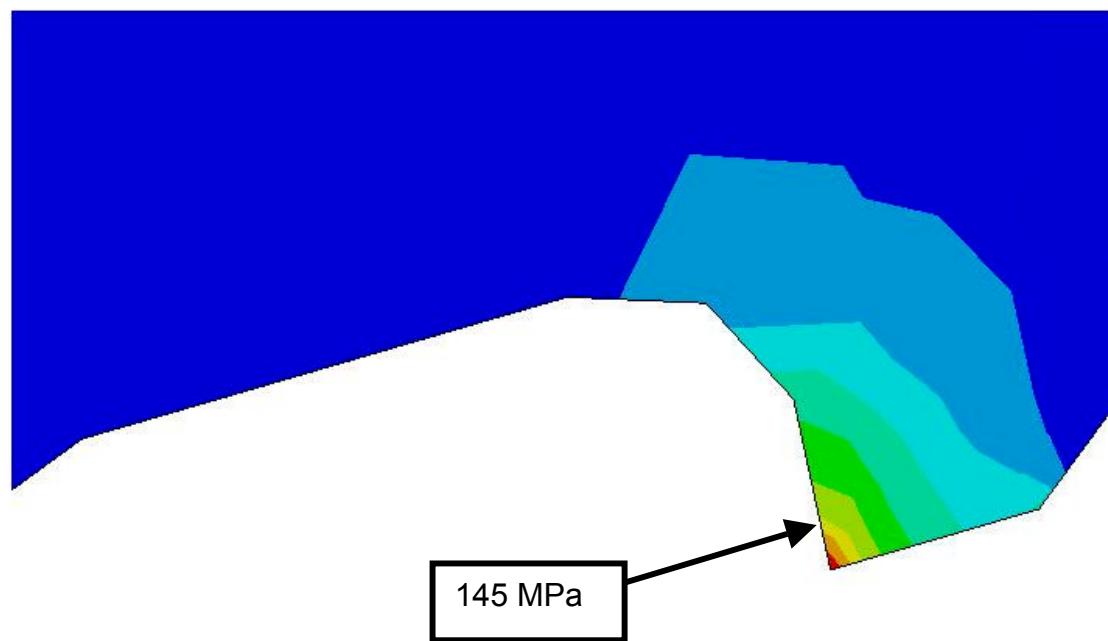
VT_628 Drehgestellrahmen LF 12

Bild 8.12.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 12

Bild 8.12.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 12

Bild 8.12.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.13 Lastfall 13

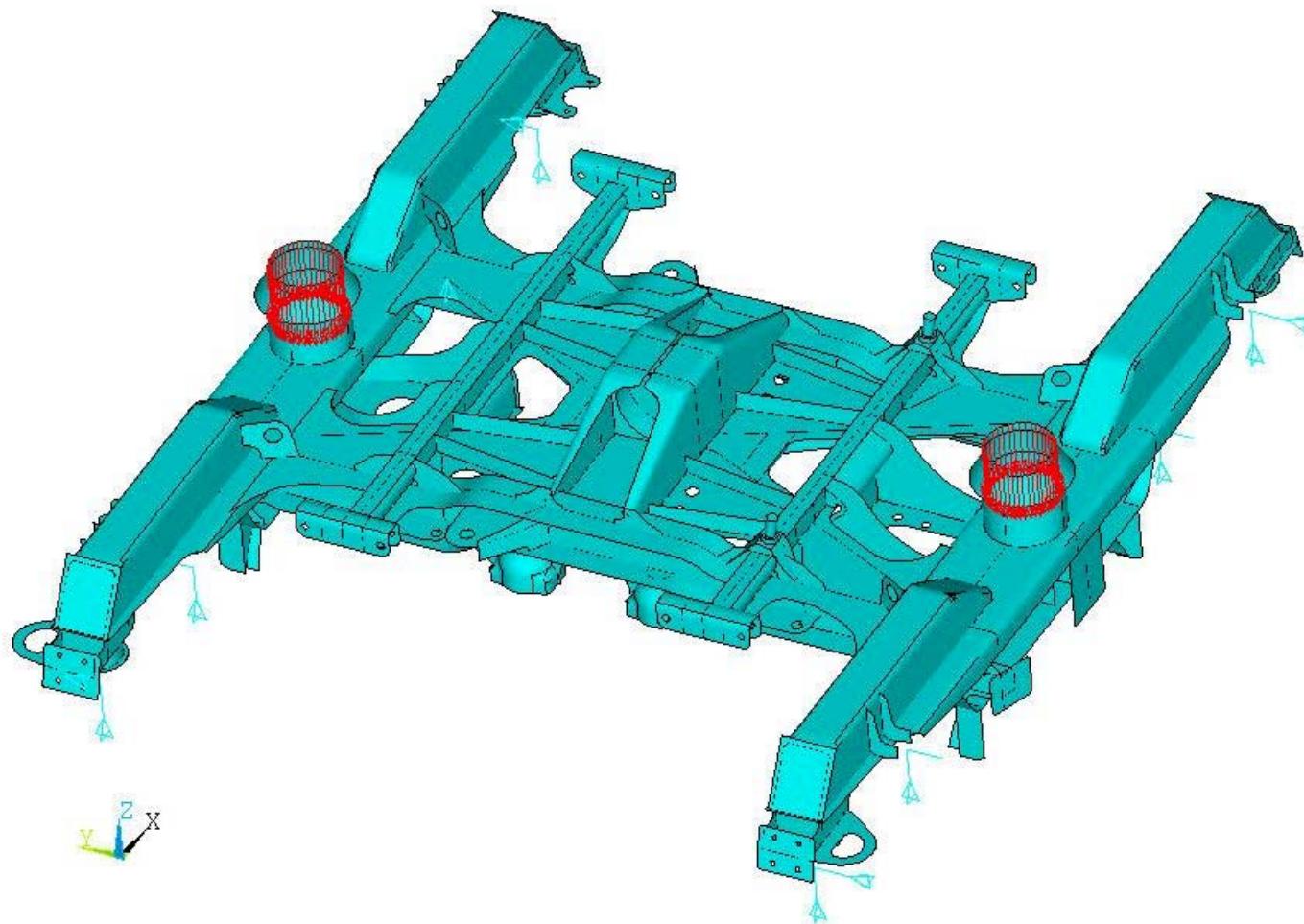
Bild 8.13.1: Lastfall 13

Bild 8.13.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.13.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

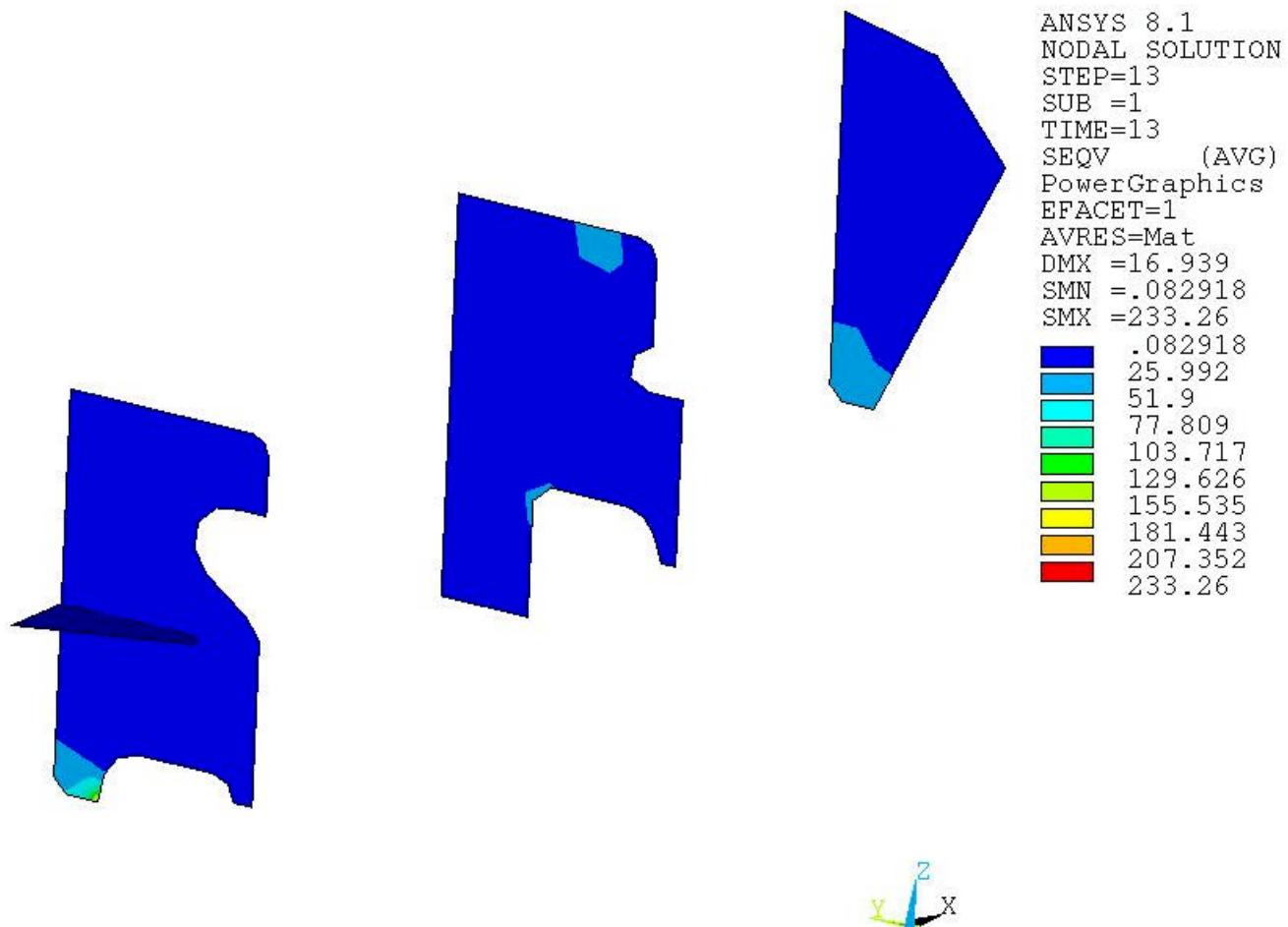
Bild 8.13.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.13.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



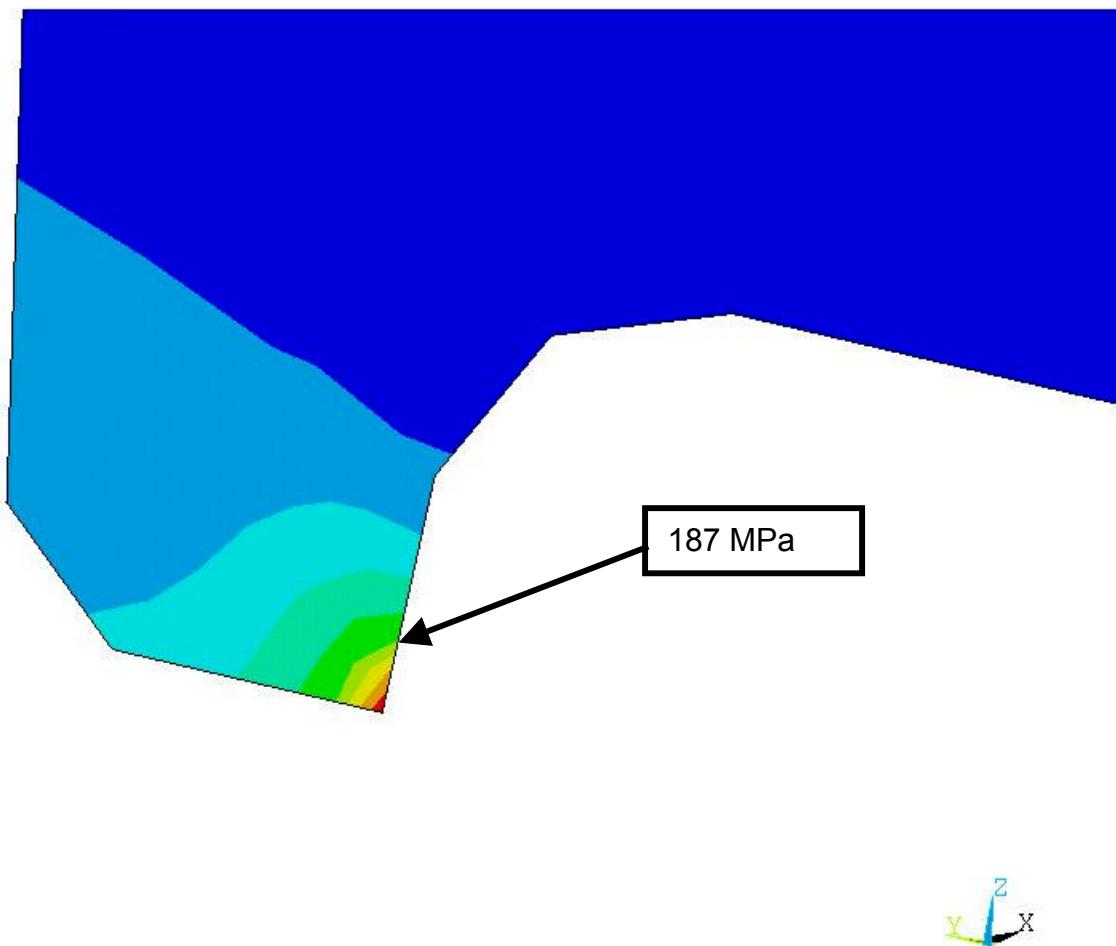
VT_628 Drehgestellrahmen LF 13

Bild 8.13.1: Lastfall 13



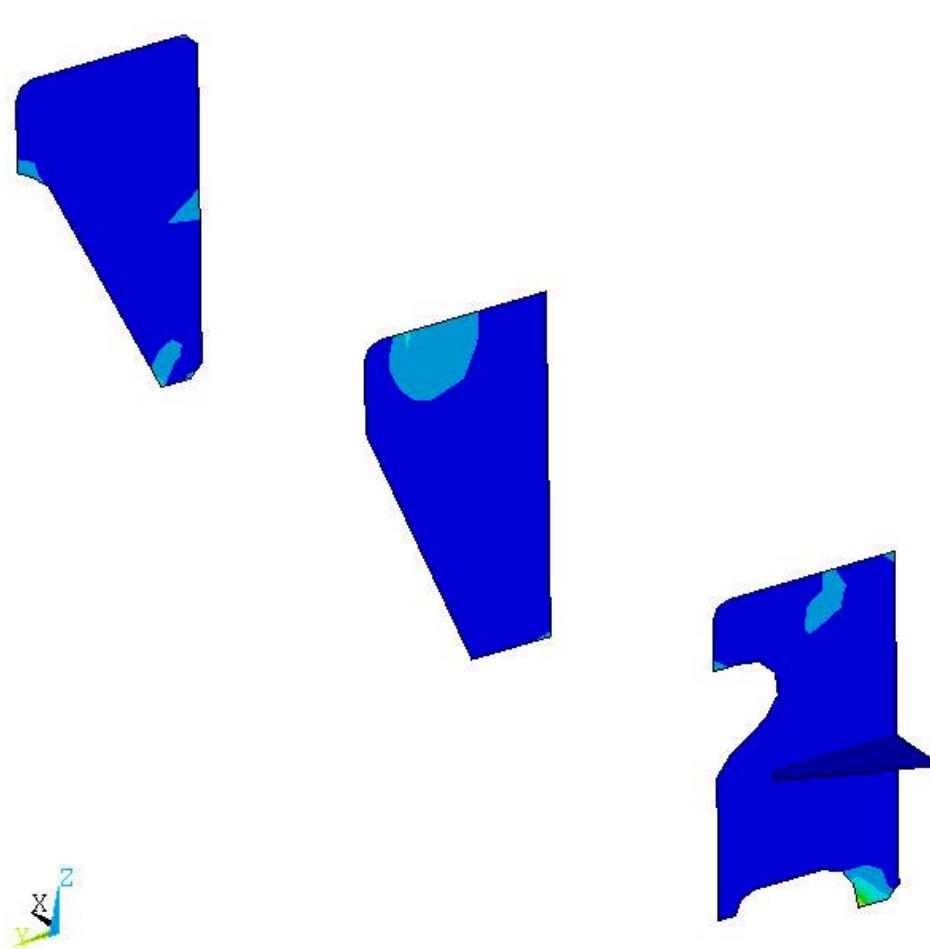
VT_628 Drehgestellrahmen LF 13

Bild 8.13.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



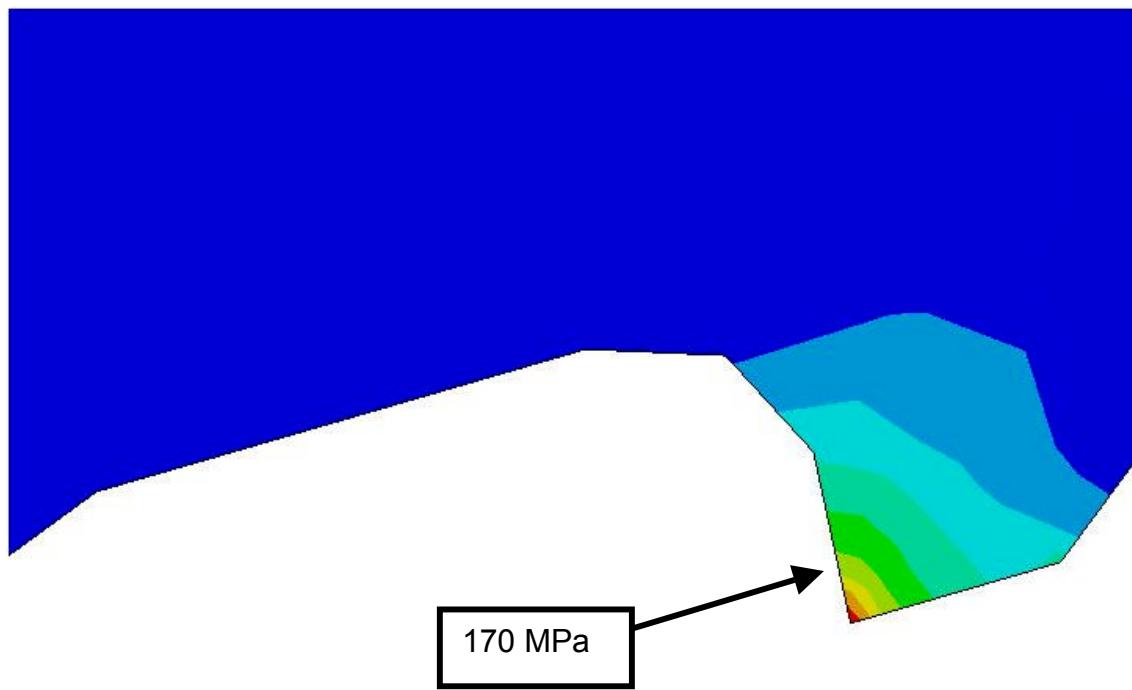
VT_628 Drehgestellrahmen LF 13

Bild 8.13.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 13

Bild 8.13.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 13

Bild 8.13.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.14 Lastfall 14

Bild 8.14.1: Lastfall 14

Bild 8.14.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.14.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.14.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.14.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

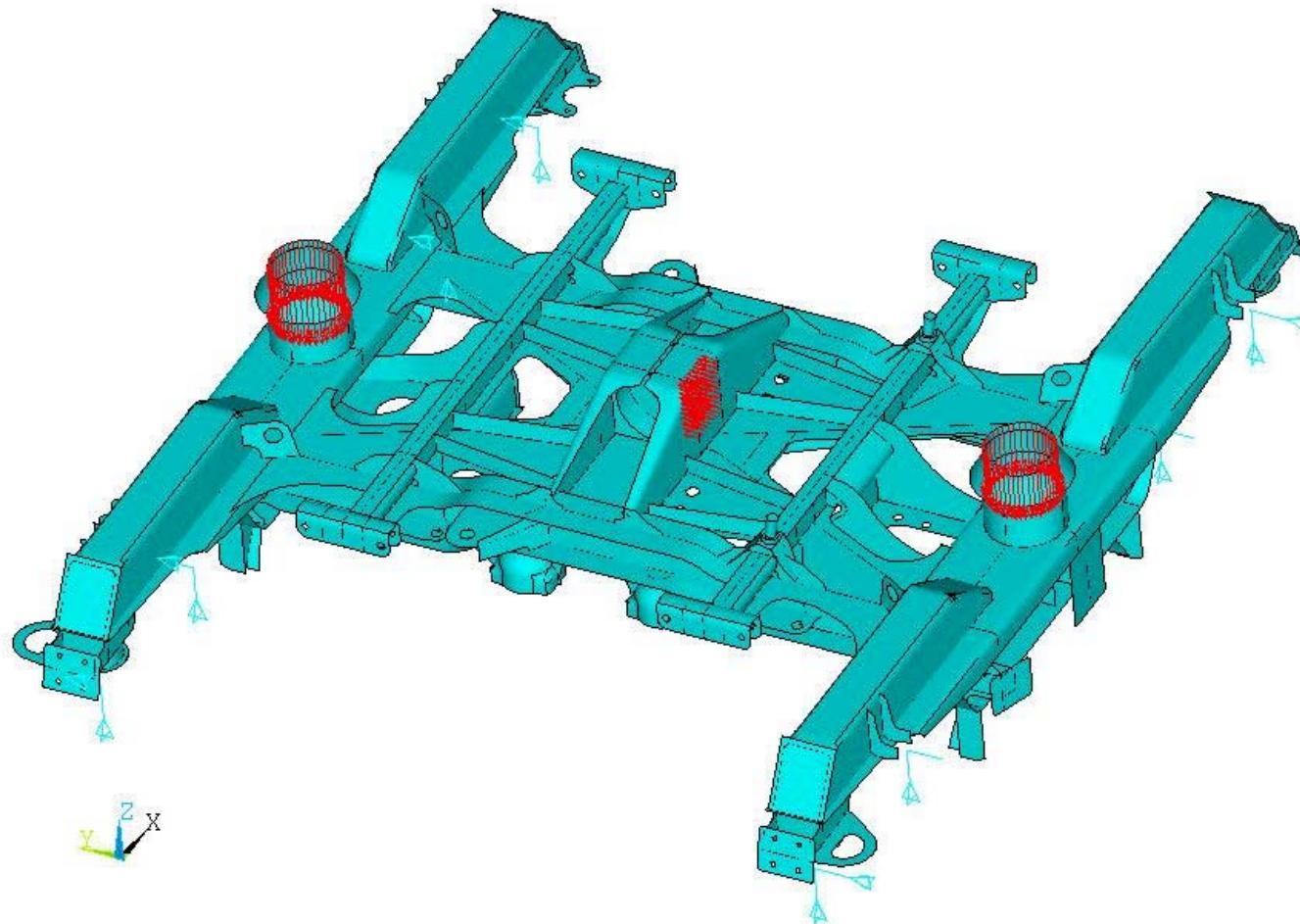
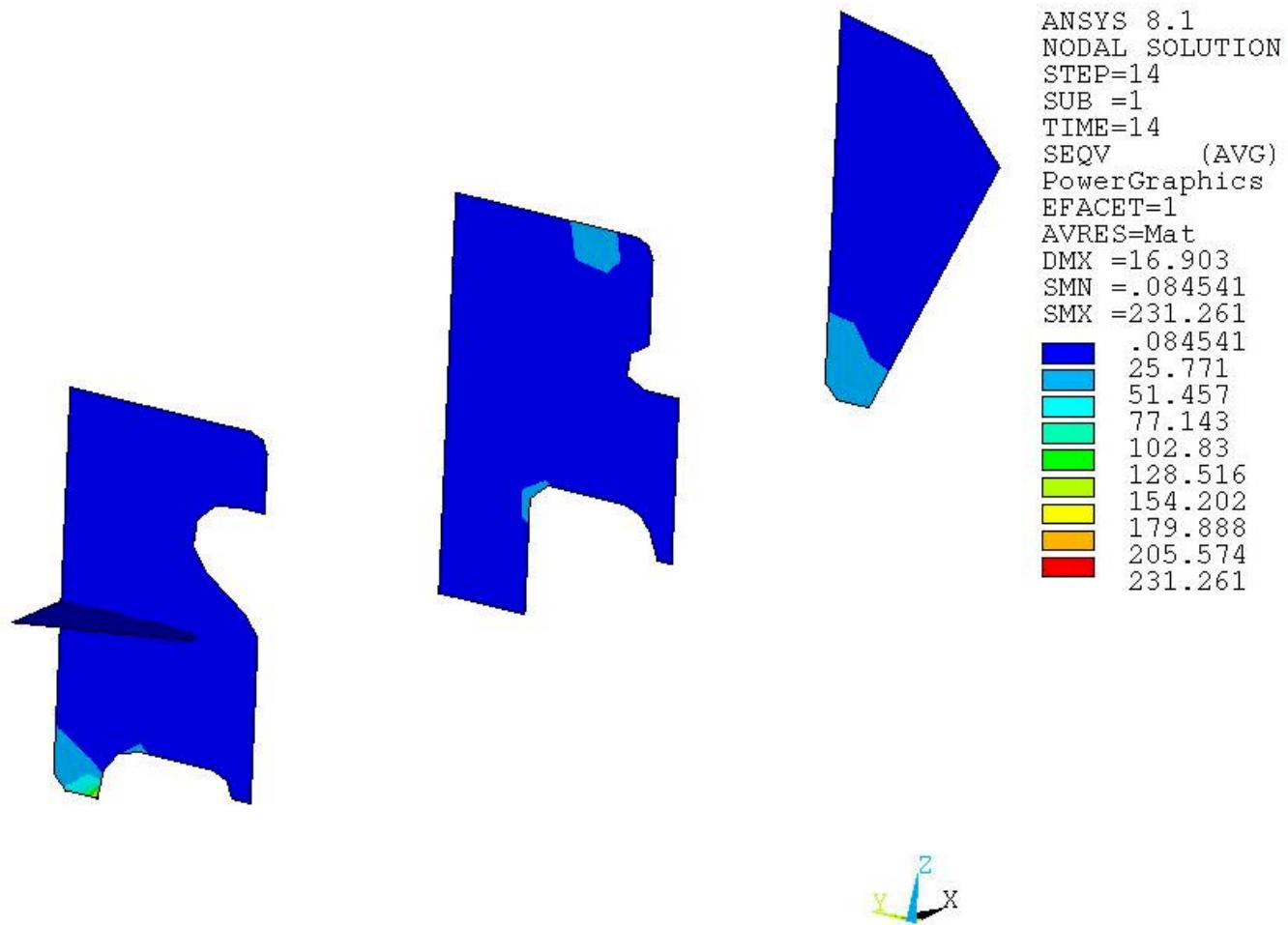
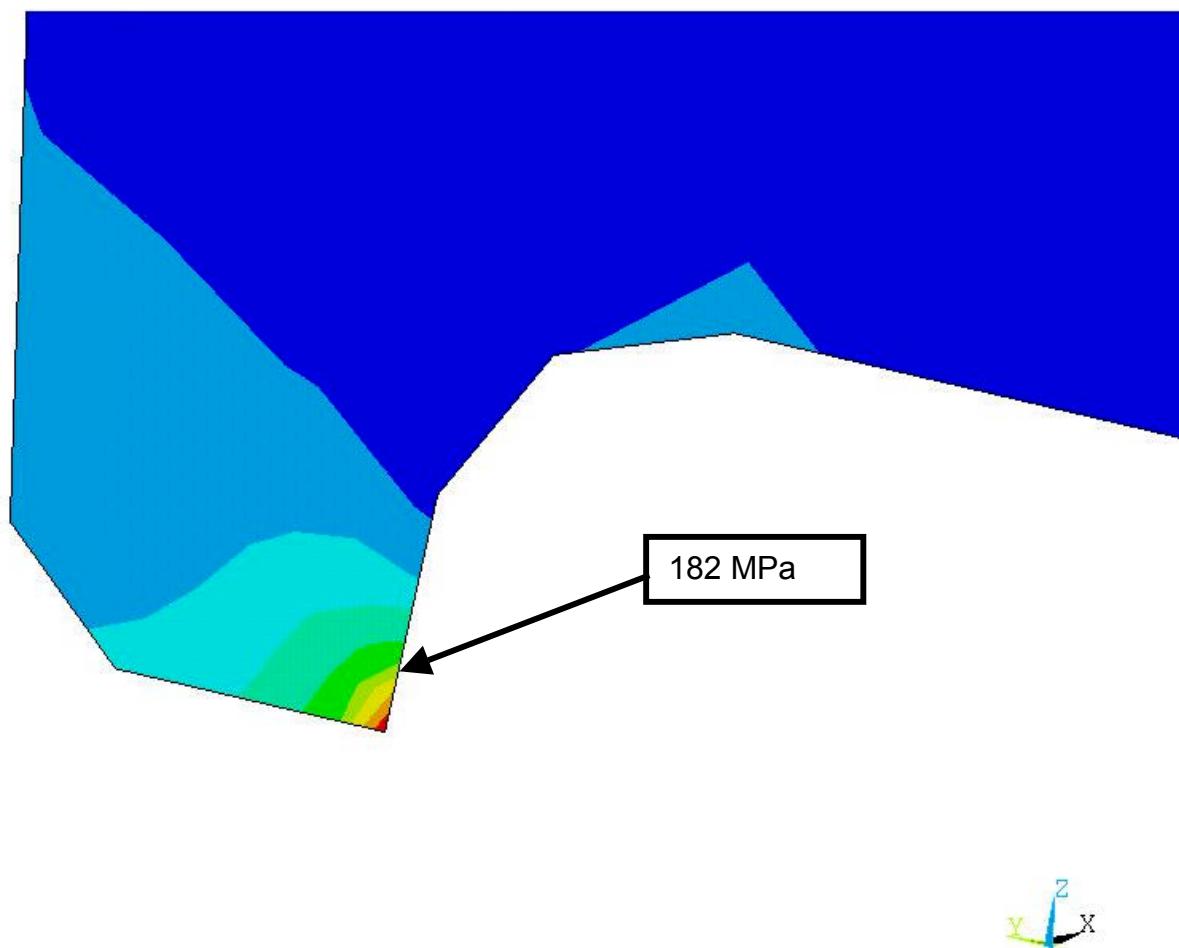


Bild 8.14.1: Lastfall 14



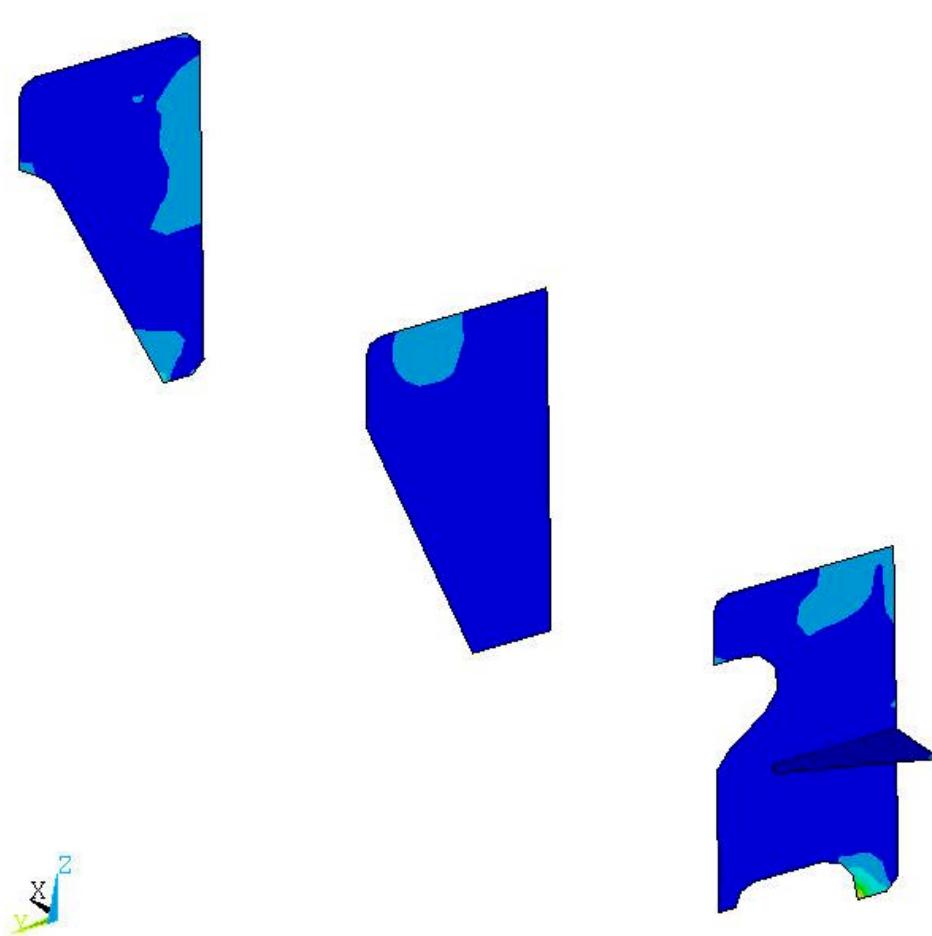
VT_628 Drehgestellrahmen LF 14

Bild 8.14.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



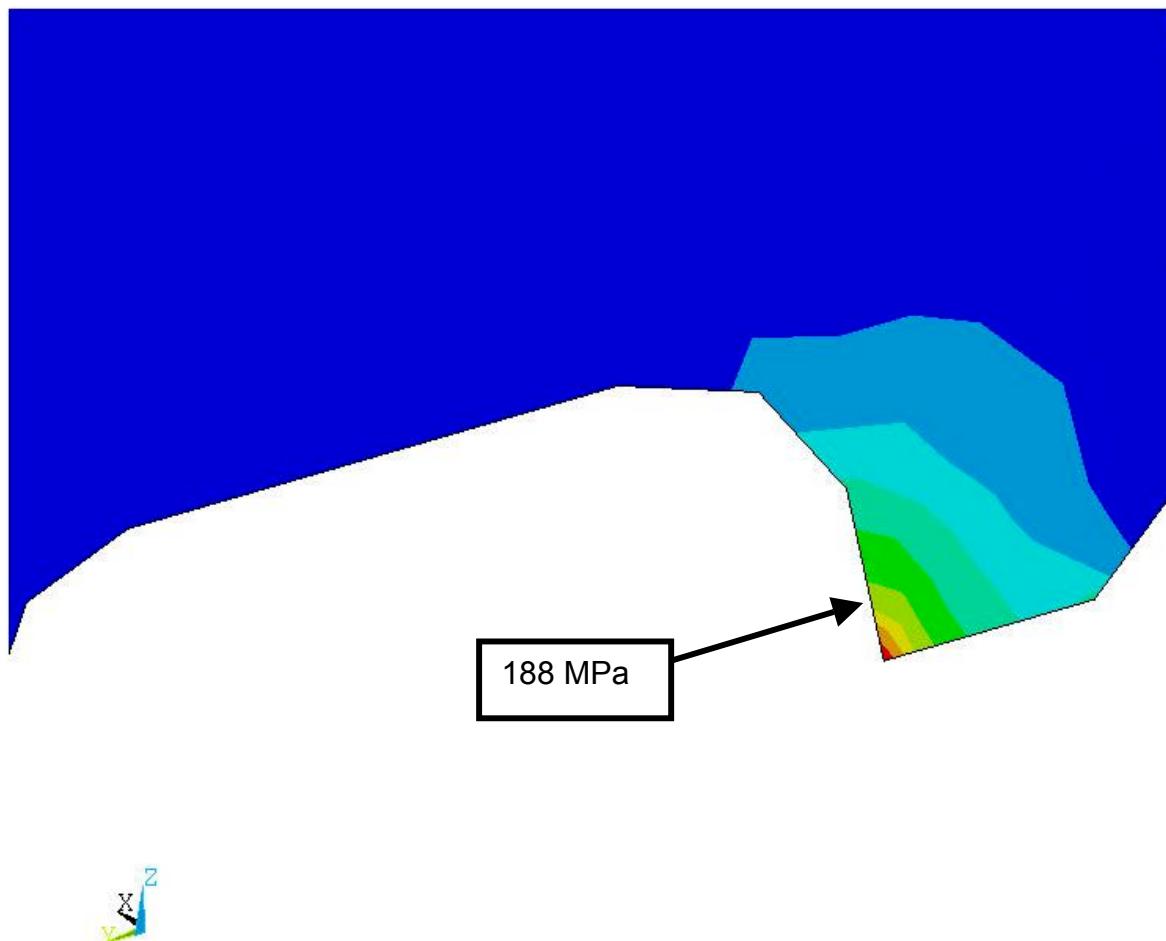
VT_628 Drehgestellrahmen LF 14

Bild 8.14.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 14

Bild 8.14.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 14

Bild 8.14.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.15 Lastfall 15

Bild 8.15.1: Lastfall 15

Bild 8.15.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.15.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

Bild 8.15.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.15.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

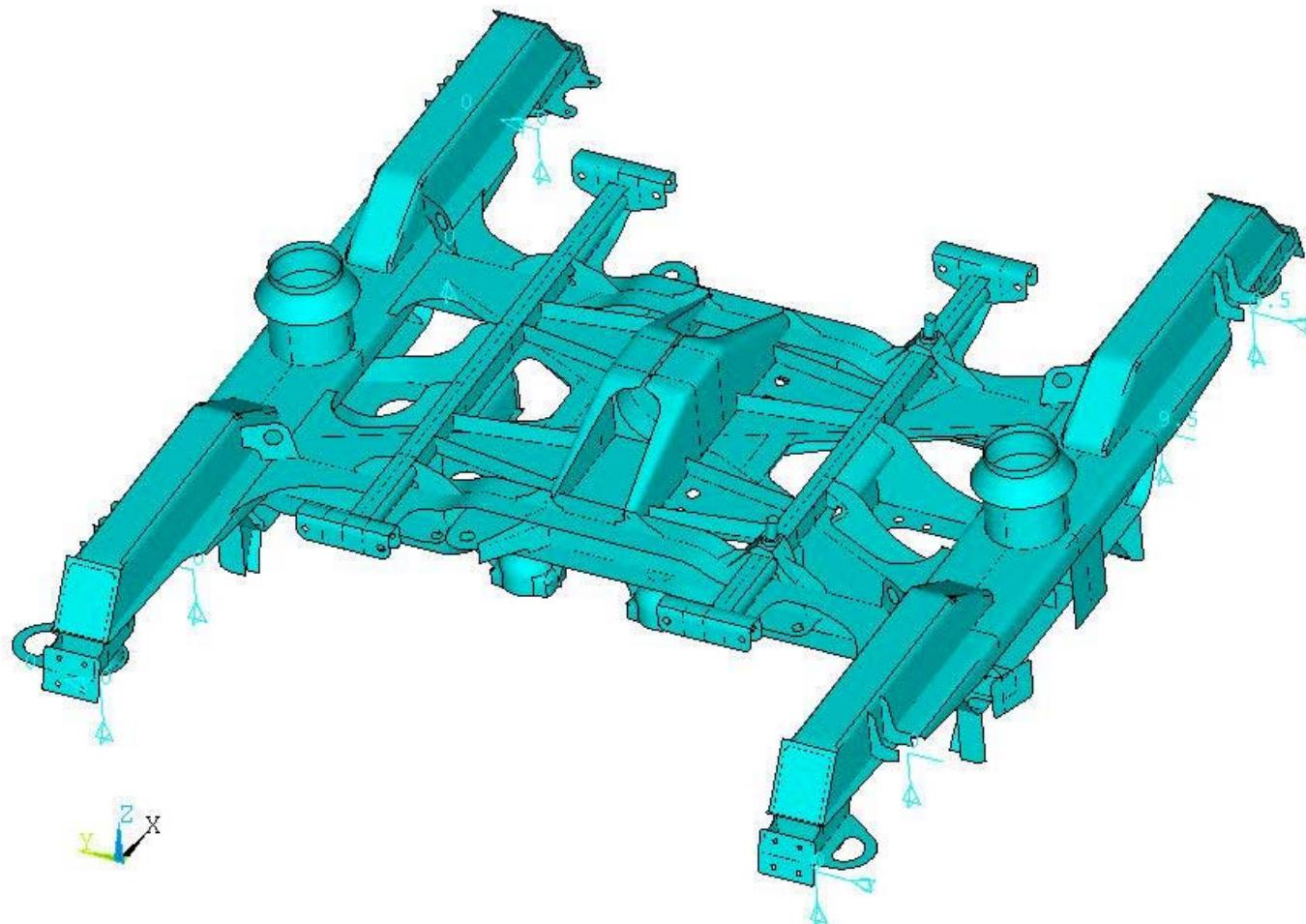


Bild 8.15.1: Lastfall 15

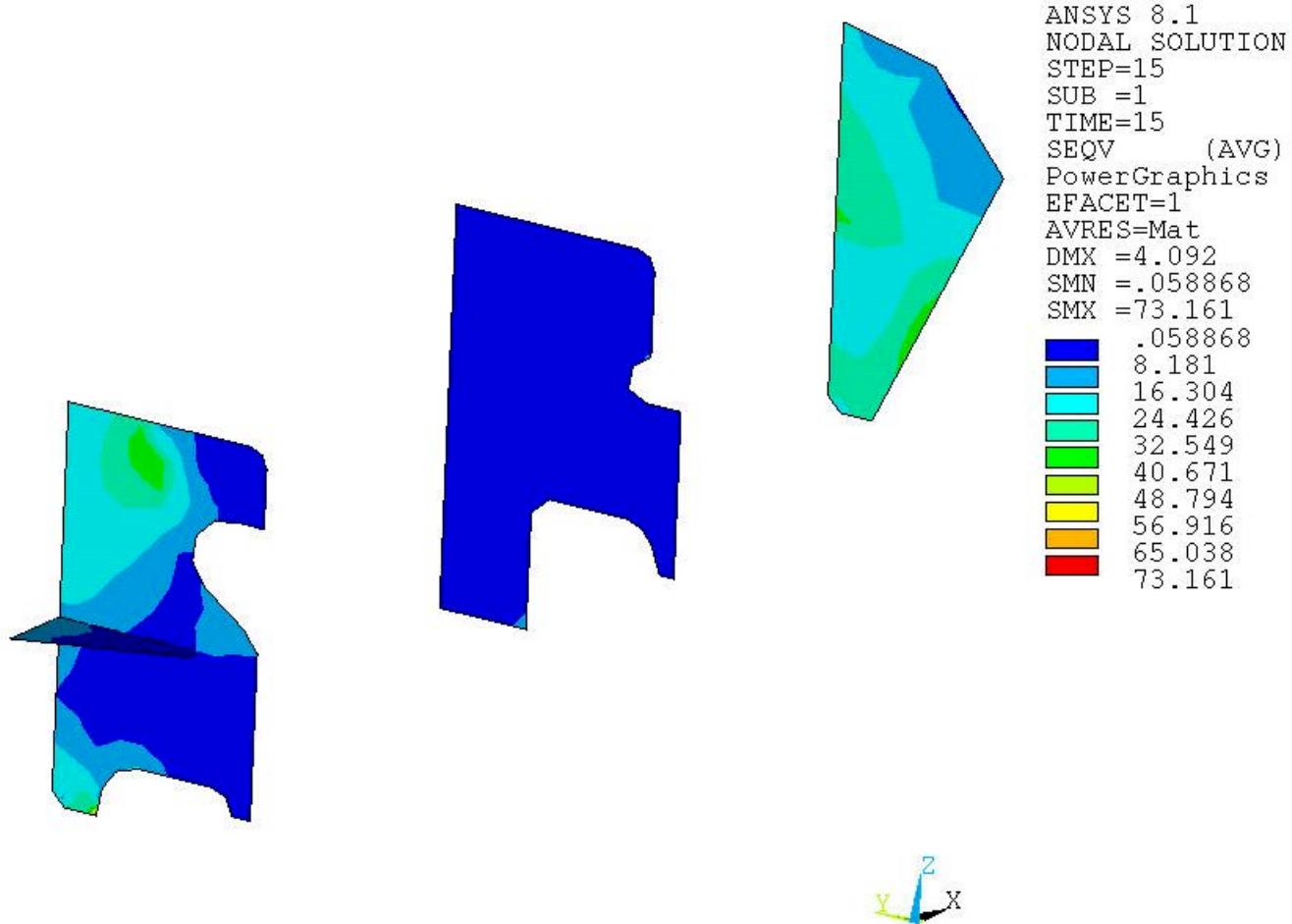
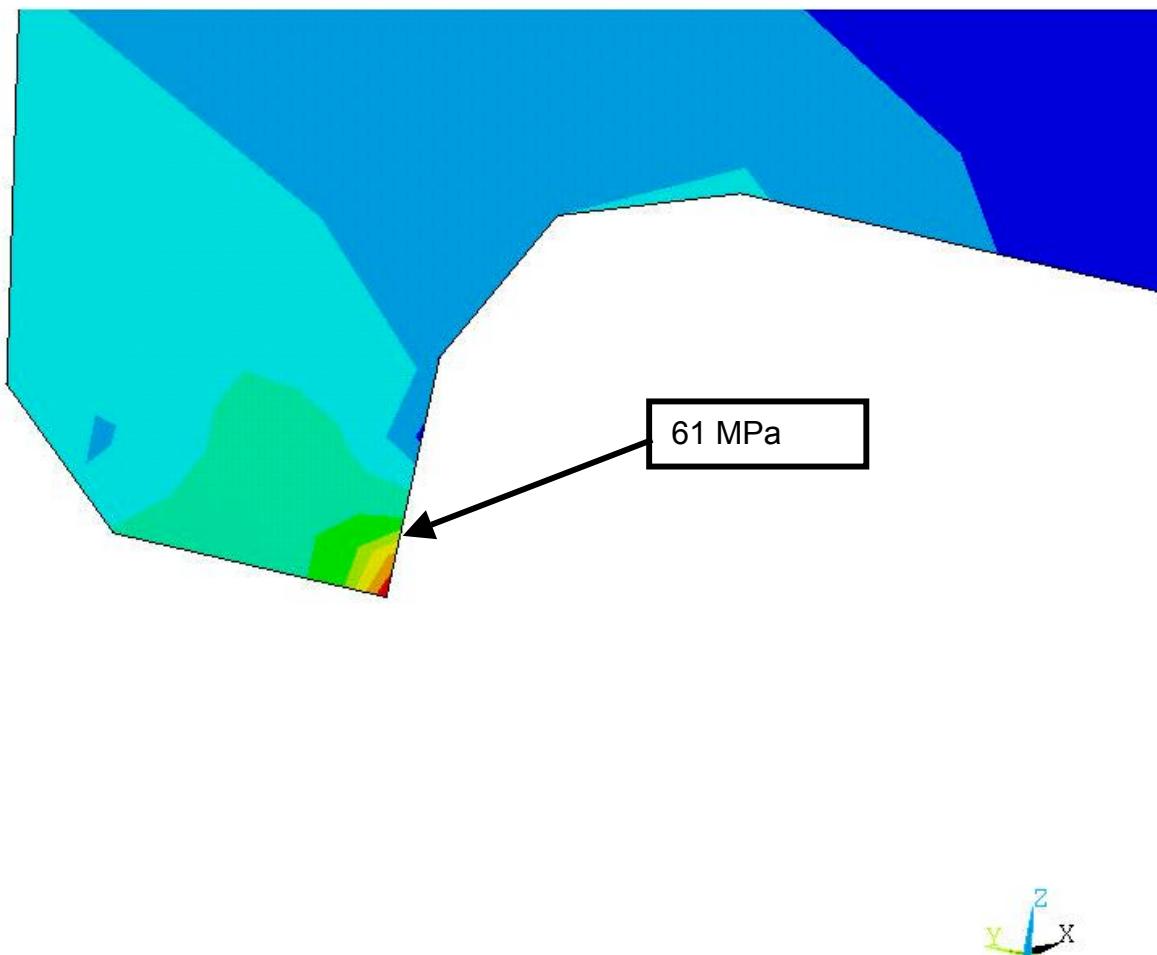
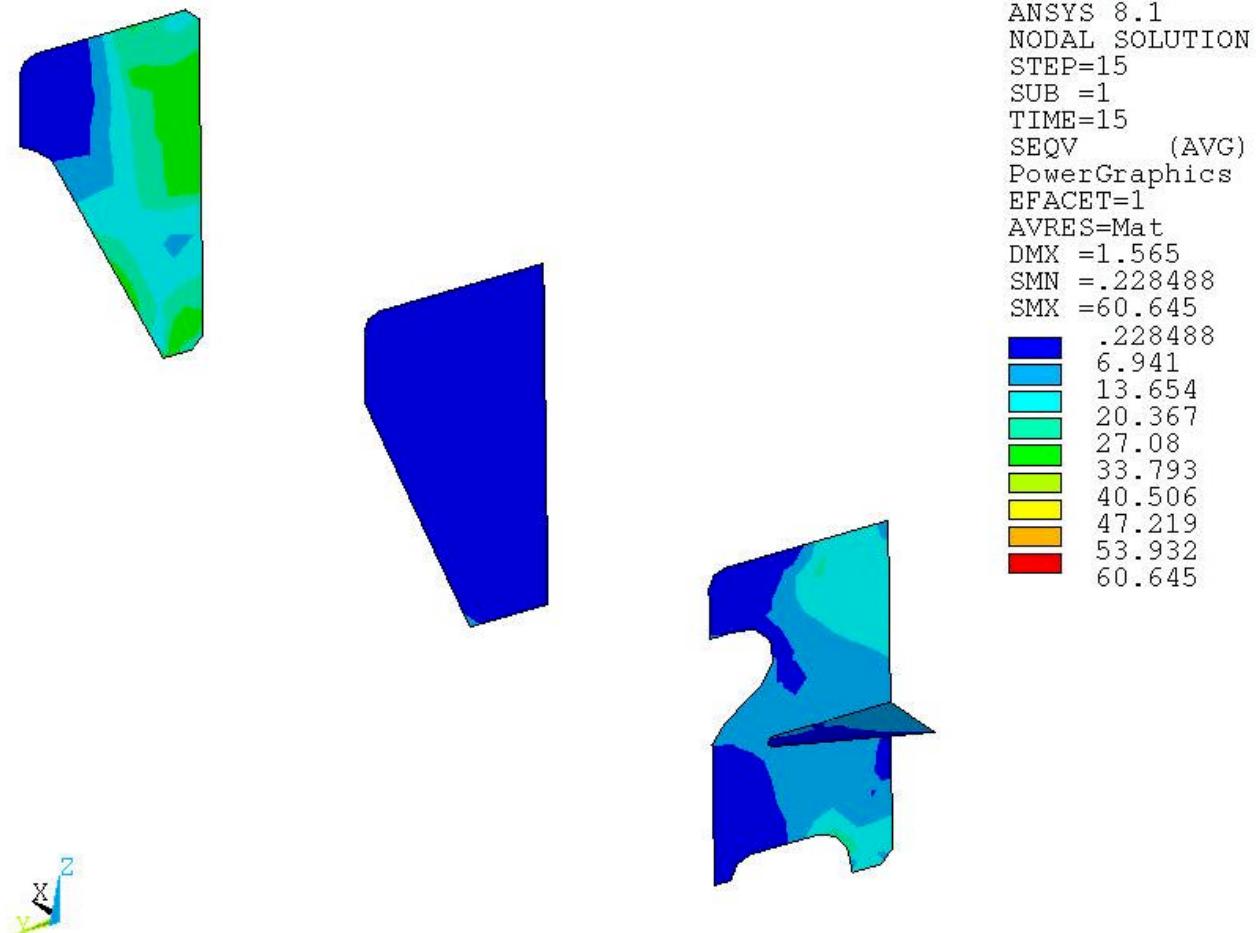


Bild 8.15.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



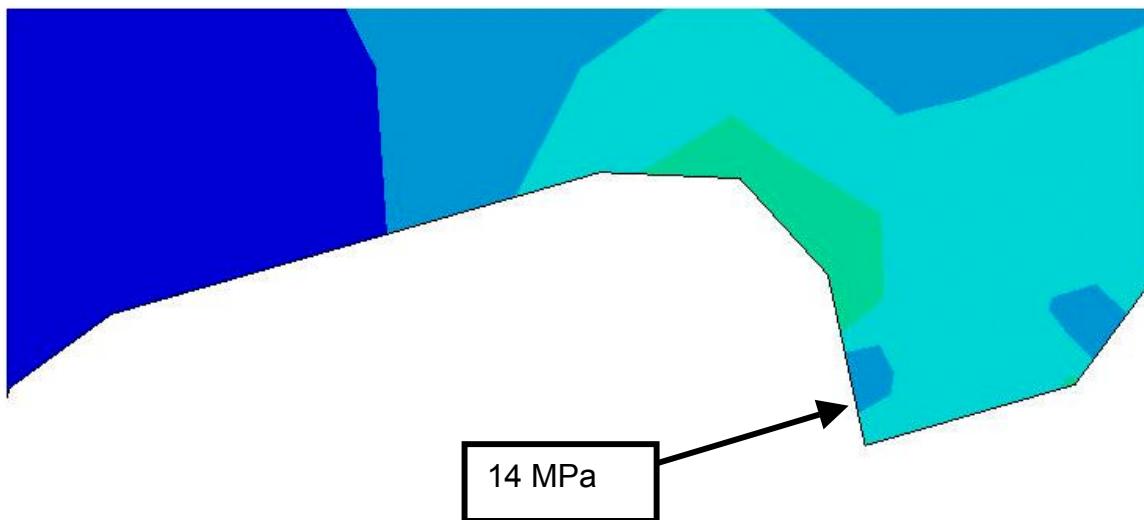
VT_628 Drehgestellrahmen LF 15

Bild 8.15.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 15

Bild 8.15.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 15

Bild 8.15.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links

8.16 Lastfall 16

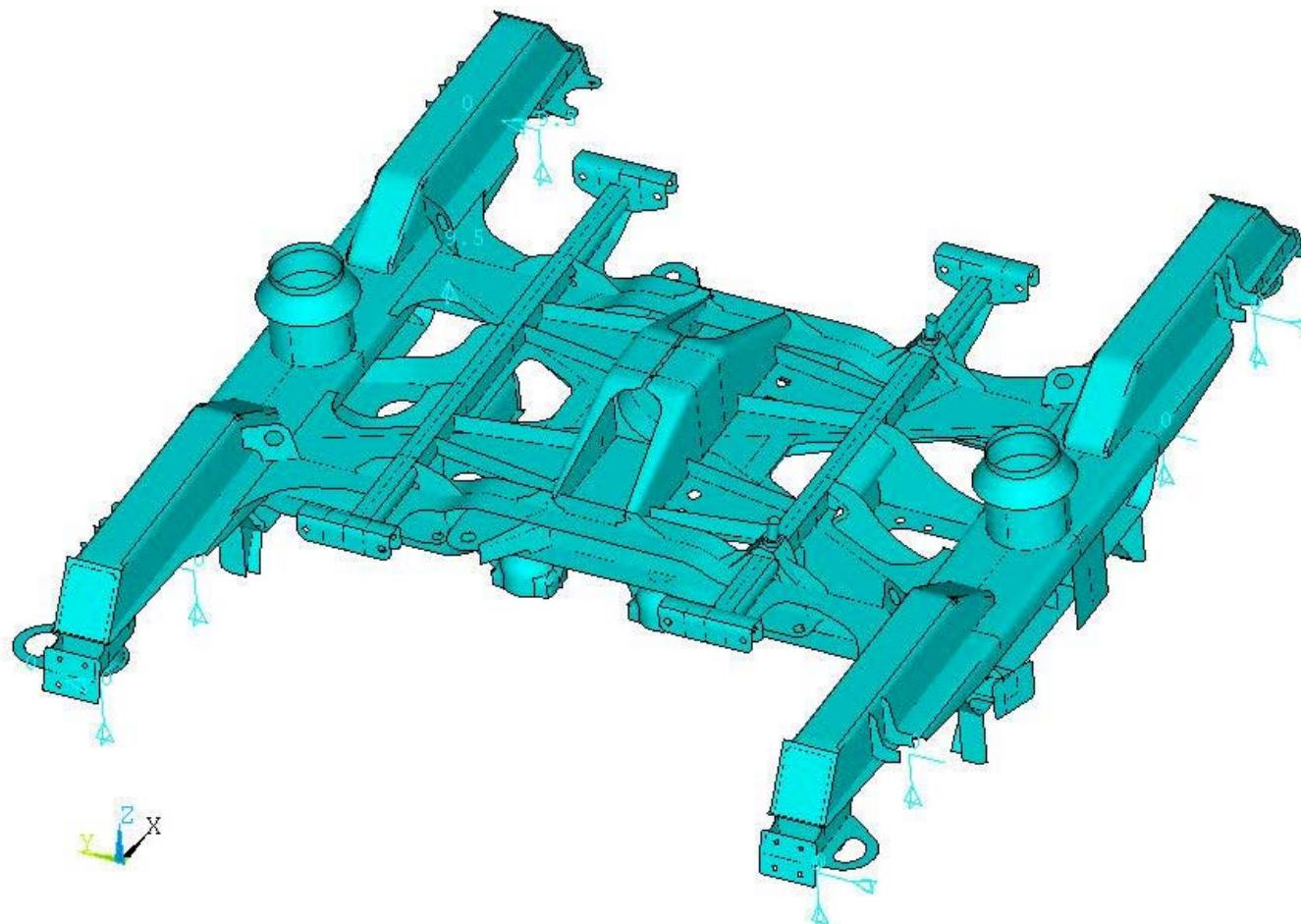
Bild 8.16.1: Lastfall 16

Bild 8.16.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts

Bild 8.16.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts

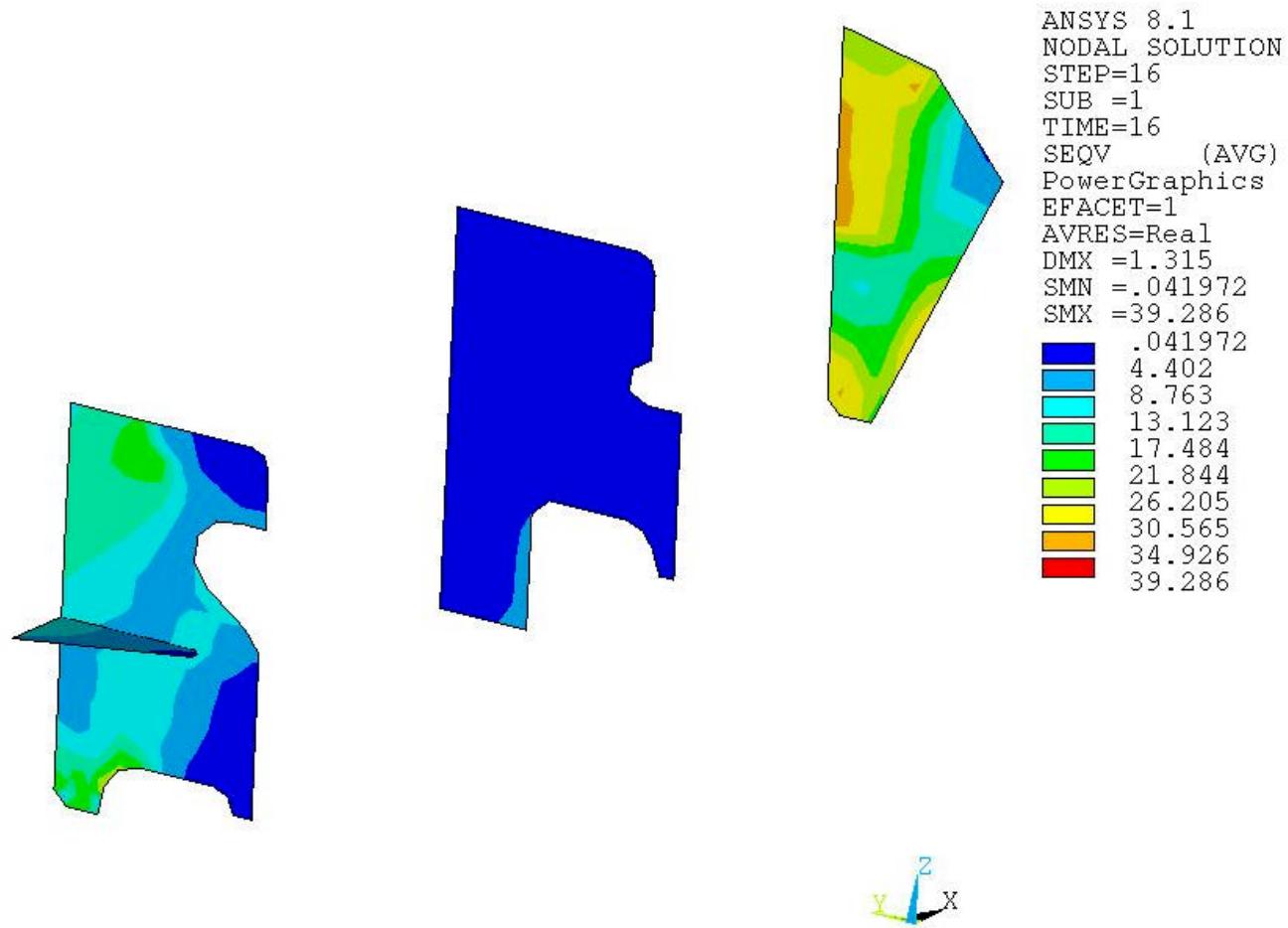
Bild 8.16.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links

Bild 8.16.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links



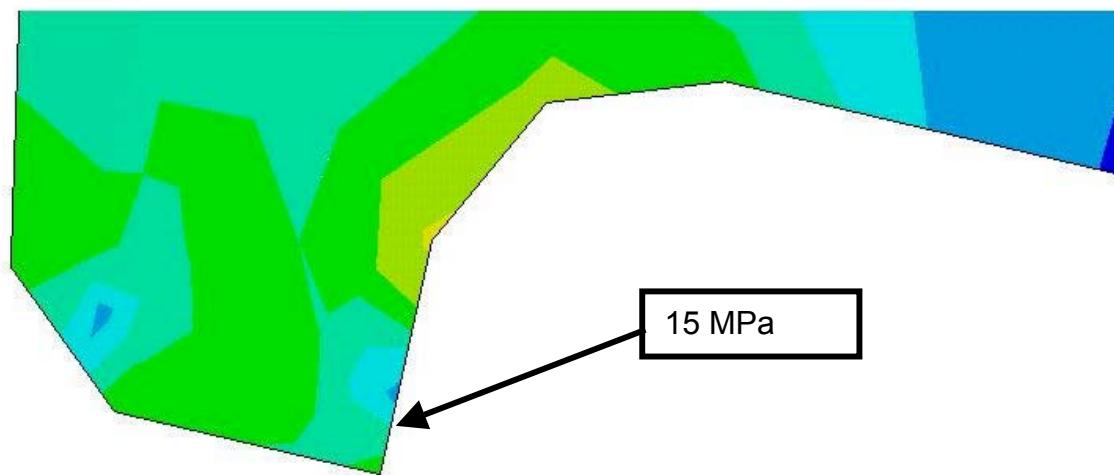
VT_628 Drehgestellrahmen LF 16

Bild 8.16.1: Lastfall 16



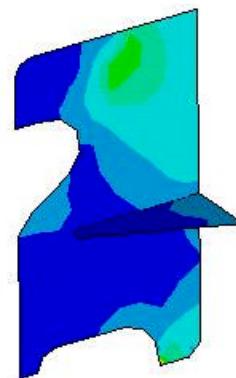
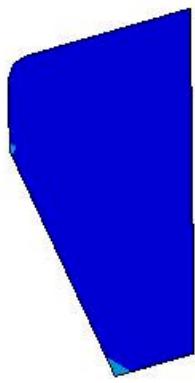
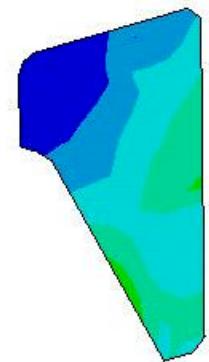
VT_628 Drehgestellrahmen LF 16

Bild 8.16.2: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen rechts



VT_628 Drehgestellrahmen LF 16

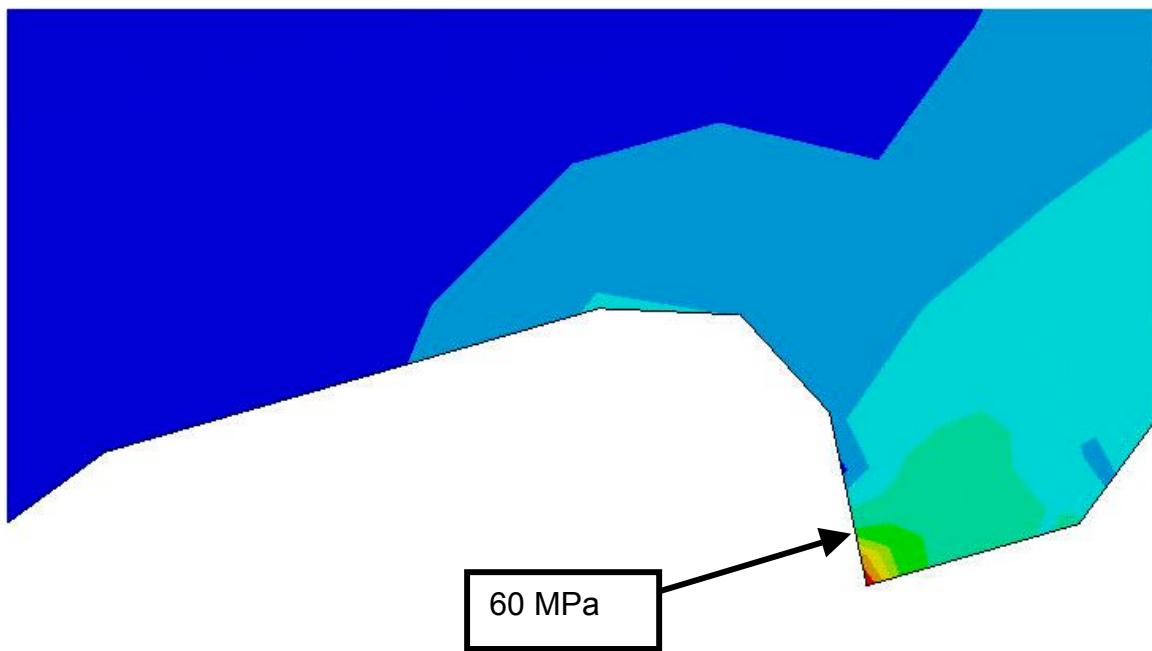
Bild 8.16.3: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech rechts



ANSYS 8.1
NODAL SOLUTION
STEP=16
SUB =1
TIME=16
SEQV (AVG)
PowerGraphics
EFACT=1
AVRES=Mat
DMX =4.031
SMN =.372961
SMX =72.315
.372961
8.367
16.36
24.354
32.347
40.341
48.335
56.328
64.322
72.315

VT_628 Drehgestellrahmen LF 16

Bild 8.16.4: Vergleichsspannungen in den Knotenblechen links



VT_628 Drehgestellrahmen LF 16

Bild 8.16.5: Vergleichsspannungen im hoch beanspruchten Knotenblech links