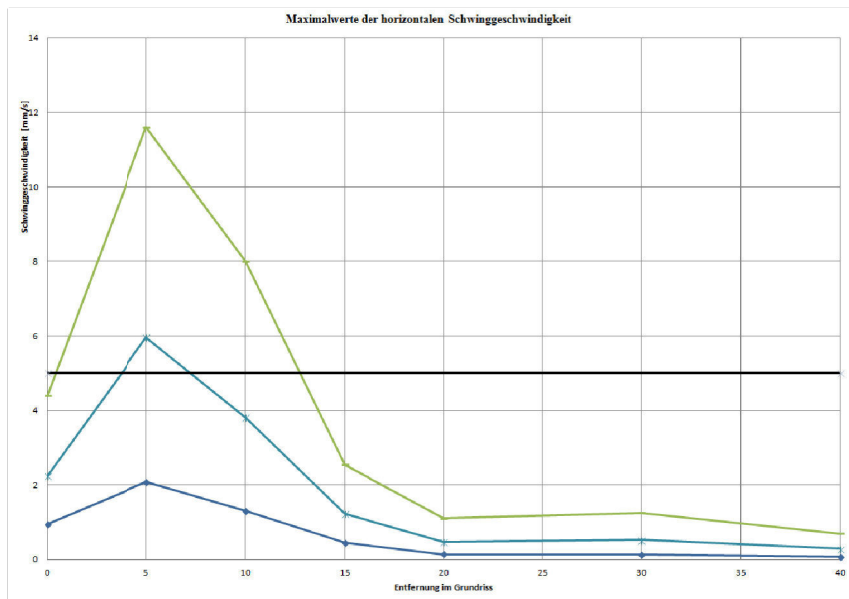




**IBOS**



## **Gefährungsabschätzung zum Auftreten von Erschütterungen in Jauernick-Buschbach unterhalb der Kirschallee beim unterirdischen Rohrvortrieb zur Ableitung des Jauernicker Wassers**

Projekt-Nr.: DDG 131033

06.09.2013

**Gefährungsabschätzung**  
**zum Auftreten von Erschütterungen in Jauernick-Buschbach unterhalb der**  
**Kirschallee beim unterirdischen Rohrvortrieb zur Ableitung des**  
**Jauernicker Wassers**

---

**Objekt:** Beeinflussung der geplanten Bebauung in Jauernick-Buschbach, unterhalb der Kirschallee im Zuge des unterirdischen Rohrvortriebs zur Ableitung der Jauernicker Wassers in den Berzdorfer See

**Lage:** Gemeinde Markersdorf OT Jauernick-Buschbach  
Landkreis Görlitz  
Freistaat Sachsen

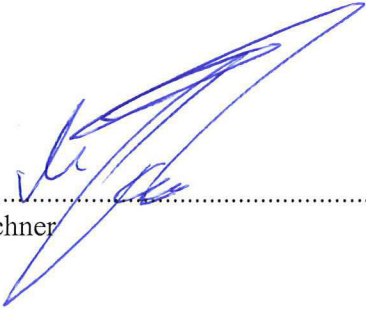
**Auftraggeber:** IBOS  
Ingenieurbüro für Tiefbau, Wasserwirtschaft und Umweltfragen,  
Ostsachsen GmbH  
Konsulstraße 3-5  
02826 Görlitz  
Tel.: 03581 4737-0  
Fax: 03581 4737-12  
E-Mail: info@ibos-goerlitz.de

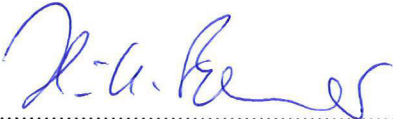
**Auftragnehmer:** G.U.B. Ingenieur AG  
- Niederlassung Dresden -  
Glacisstraße 2  
01099 Dresden  
Tel.: 0351 658778-0  
Fax: 0351 658778-30  
E-Mail: info@gub-dresden.de

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Markus Löschner

**Projekt-Nr.:** DDG 13 1033

Dresden, 06.09.2013

  
.....  
M. Löschner

  
.....  
Dipl.-Phys. Hans-Ulrich Besser

  
.....  
W. Weber

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Deckblatt	
Titelblatt	
Inhaltsverzeichnis	
Abbildungsverzeichnis	
Tabellenverzeichnis	
Anlagenverzeichnis	
<b>1</b>	
<b>Veranlassung und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	
<b>Arbeitsunterlagen</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	
<b>Grundlagen der Bearbeitung</b>	<b>8</b>
3.1	
Lage, Standortsituation und geplanter Leitungsverlauf	8
3.2	
Geologische und hydrogeologische Situation	9
<b>4</b>	
<b>Berechnungen</b>	<b>10</b>
4.1	
Vorbemerkungen	10
4.2	
Ergebnisse 12	
<b>5</b>	
<b>Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	
<b>Schlussbestimmungen</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	
<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	<b>19</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtsskizze des Rohres und der Flurstücke 147 und 149	8
Abbildung 2:	Numerisches Modell	10
Abbildung 3:	Schwingungsverlauf für eingetragene Kraft $F(t)$ für $F_0 = 200 \text{ kN}$ und $f = 1 \text{ Hz}$ und $f = 10 \text{ Hz}$	11
Abbildung 4:	Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 200 kN	12
Abbildung 5:	Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 200 kN	13
Abbildung 6:	Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 500 kN	14
Abbildung 7:	Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 500 kN	14
Abbildung 8:	Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 1000 kN	15
Abbildung 9:	Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 1000 kN	16

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bodenkenngrößen nach [U 2]	9
Tabelle 2:	Ergebnisübersicht der ermittelten Schwinggeschwindigkeiten [mm/s]	17

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Berechnungsausdrucke FLAC
-----------	---------------------------

## **1      Veranlassung und Aufgabenstellung**

Im ehemaligen Tagebau Berzdorf ist nach dem Abschluss der Flutung die Außerbetriebnahme aller Wasserhaltungsmaßnahmen vorgesehen. Hierzu gehört unter anderem die Wasserhaltung Jauernicker Wasser im westlichen Randböschungsbereich.

Die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), Sanierungsbereich Lausitz, beabsichtigt, als Bauherr im Vorfeld der Außerbetriebnahme, die Errichtung einer entsprechenden Vorflutanbindung der Wasserhaltung Jauernicker Wasser an das Tagebaurestgewässer Berzdorf.

Die Vorflutanbindung soll mit einer Verrohrung aus Stahlbeton DN 1800 sichergestellt werden. Die Rohrleitung soll im unterirdischen Rohrvortrieb mit offenem Schild nach DWA A125 hergestellt werden.

Die Planung der Baumaßnahme erfolgt durch IBOS Ingenieurbüro Ostsachsen GmbH, Görlitz.

Auf den westlich vom Restwasser befindlichen Flurstücken 147 und 149 des Flurs 5 der Gemeinde Markersdorf in der Gemarkung Jauernick-Buschbach ist durch die comma projektmanagement die Errichtung von Ferienhäusern geplant.

Die G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Dresden wurde damit beauftragt, die beim Herstellen des unterirdischen Rohrvortriebs auftretenden Erschütterungen im Baugrund, mit Bezug zu den geplanten Ferienhäusern zu bewerten. Auf Grundlage der Ergebnisse sollen Aussagen abgeleitet werden, ob der Rohrvortrieb zwingend vor Errichtung der Ferienhäuser durchgeführt werden muss.

Alle Arbeitsunterlagen liegen beim Auftragnehmer vor und können auf Wunsch eingesehen werden.

## 2 Arbeitsunterlagen

Für die Erarbeitung dieser Gefährdungsabschätzung wurden die nachfolgenden Bearbeitungsunterlagen verwendet.

- [U 1] Tagebaurestgewässer Berzdorf  
Gestaltung Ableitung Jauernicker Wasser, Becken 4/5  
Stand sicherheitsnachweis  
Projekt-Nr. ZWG 06 561  
G.U.B. Ingenieurgesellschaft mbH, Büro Zwickau  
31.05.2007
  
- [U 2] Geotechnischer Bericht  
Vorflutanbindung Jauernicker Wasser nd Becken 4/5 an den Berzdorfer See  
Teil 2 – Trasse Jauernicker Wasser zum Becken 5  
Auftrag Nr.: 1077/06 – Teil 2  
Baugrundinstitut Richter  
12.02.2007
  
- [U 3] Protokoll 2/2013  
zum Vorhaben Erschließungsplanung Jauernick-Buschbach, Flurstücke 147/149  
unterhalb der Kirschallee  
IBOS Ingenieurbüro Ostsachsen GmbH, Görlitz  
27.06.2013
  
- [U 4] vorzeitiger B-Plan nach § 8(4) BauGB Gemeinde Markersdorf  
Flurstücke 147 und 149 der Flur 5  
Gemarkung Jauernick-Buschbach  
- Entwurf -  
Projekt-Nr.: 80180L  
IBOS Ingenieurbüro Ostsachsen GmbH, Görlitz  
20.10.2011
  
- [U 5] Vorflutanbindung Jauernicker Wasser und Becken 4/5 an den Berzdorfer See  
Planinhalt: Lageplan – Abschnitt 3  
Anlage 3.4  
Nr. der Zeichnung: 4/807  
IBOS Ingenieurbüro Ostsachsen GmbH, Görlitz  
12.12.2008
  
- [U6] Vorflutanbindung Jauernicker Wasser und Becken 4/5 an den Berzdorfer See  
Planinhalt: Längsschnitt 3 – Verrohrung Abschnitt 3 Jauernicker Wasser  
Anlage 3.7  
Nr. der Zeichnung: 7/810  
IBOS Ingenieurbüro Ostsachsen GmbH, Görlitz  
12.12.2008
  
- [U 7] FLAC Version 6: Users Guide  
Itasca Consulting Group Inc., Minnesota  
2008
  
- [U 8] FLAC Version 6: Dynamic Analysis  
Itasca Consulting Group Inc., Minnesota  
2008

[U 9]           DIN 4150-3  
                  Erschütterungen im Bauwesen  
                  Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen  
                  Februar 1999

### 3 Grundlagen der Bearbeitung

#### 3.1 Lage, Standortsituation und geplanter Leitungsverlauf

Die geplante Rohrleitung verläuft vom Jauernicker Wasser in Südwestliche Richtung auf dem westlichen Randböschungssystem des Berzdorfer Sees. Die Rohrsohle fällt dabei mit 0,1 % auf einer Länge von 450,51 m. Die Überdeckung schwankt dabei in Abhängigkeit der anstehenden Geländehöhe und liegt maximal bei 18 m [U 2].

Die Flurstücke 147 und 149 befinden sich westlich der Kirschallee. Die geplante Rohrleitung verläuft abschnittsweise unter dem Flurstück 149 und tangiert das Flurstück 147 am südlichen Rand. Die Baugrenzen auf den Flurstücken werden vom geplanten Rohrverlauf im Grundriss allerdings nur berührt.

Eine Übersicht über die Bebauung und den geplanten Verlauf, kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Die Daten wurden dabei dem Bebauungsplan [U 4] und dem Längsschnitt der geplanten Rohrleitung [U 6] entnommen.

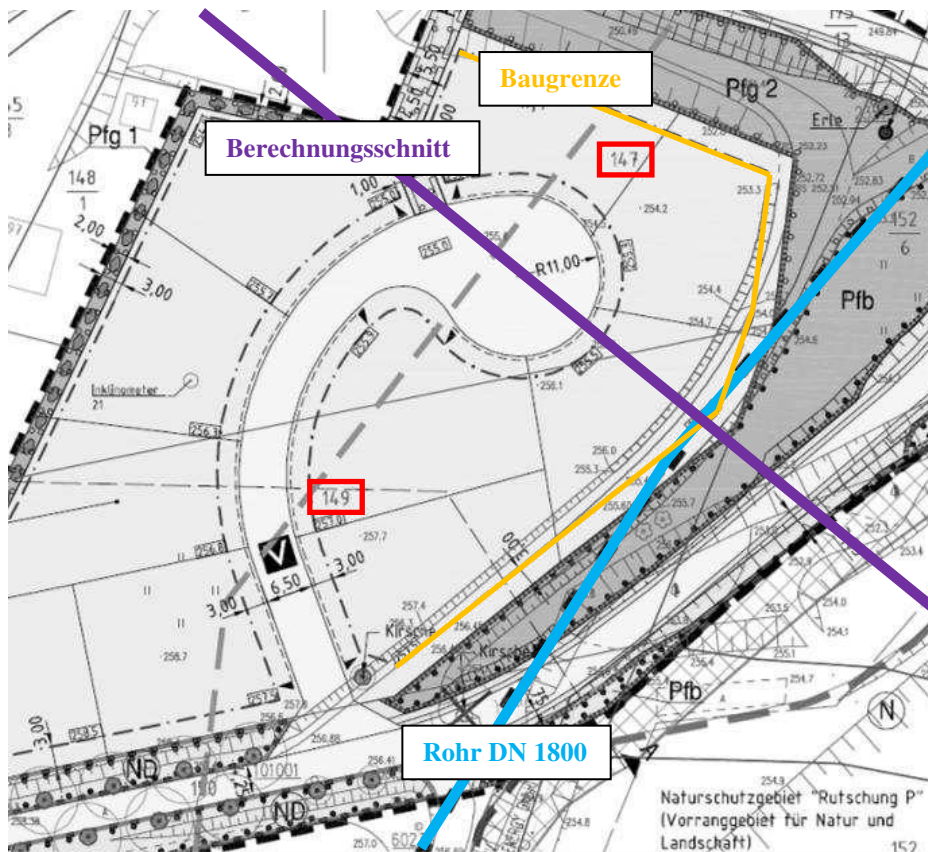


Abbildung 1: Übersichtsskizze des Rohres und der Flurstücke 147 und 149

Zur Beurteilung der Auswirkungen des unterirdischen Rohrvortriebs auf die Flurstücke 147 und 149 wurde senkrecht zur Rohrachse ein Schnitt entwickelt. Der Schnittverlauf des Berechnungsschnittes kann ebenfalls der Abbildung 1 entnommen werden. Im Bereich des Berechnungsschnittes liegt eine Überdeckung des Rohrscheitels von ca. 12 m vor.



### 3.2 Geologische und hydrogeologische Situation

Für den geplanten Verlauf der Rohrleitung wurde ein Geotechnischer Bericht [U 2] verfasst, im Zuge dessen 4 Kernbohrungen und 3 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde durchgeführt wurden. Für den nördlichen Teil der Rohrtrasse wurde Lößlehm unmittelbar über granitischen Verwitterungsböden angetroffen. Für die angetroffenen Schichten im relevanten Abschnitt der Rohrtrasse sind in [U 2] Bodenkenngrößen angegeben. Für die durchgeführten Berechnungen wurden auf der sicheren Seite liegend, abweichend von [U 1] und in Anlehnung an die Unterlage [U 2] die folgenden Werte angenommen.

Tabelle 1: Bodenkenngrößen nach [U 2]

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Wichte $\gamma / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
1	Lößlehm	19,0 / 9,0	27,5	10,0	12,0
2	Granitzersatz	20,0 / 11,0	30,0	0,0	35,0

Für den Lößlehm wurde eine Querdehnzahl von  $\nu = 0,333$  und für den Granitzersatz eine Querdehnzahl von  $\nu = 0,25$  angesetzt.

In den Aufschlüssen im nördlichen Teil der Rohrtrasse und damit im Untersuchungsbereich wurde kein Grundwasser angetroffen.

## 4 Berechnungen

### 4.1 Vorbemerkungen

Die Berechnungen wurden mit dem Softwarepaket FLAC 6.0 der Itasca Consulting Group Inc. unter Verwendung des Dynamic-Moduls durchgeführt. Dem implementierten Algorithmus liegt dabei die Finite-Differenzen-Methode zu Grunde, die im Vergleich zur Finiten-Element-Methode (FEM) bei nichtlinearen Problemstellungen schneller zu einer Lösung konvergiert.

Zur Berechnung wurde ein numerisches Modell entwickelt, welches die Geländekontur und die Baugrundverhältnisse entsprechend des Berechnungsschnittes aus Abbildung 1 enthält. Das numerische Modell einschließlich Netzeinteilung kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Zusätzlich wurden 7 Messpunkte (MP1 bis MP7) im numerischen Modell erzeugt, die für die Beurteilung der Erschütterung verwendet werden.

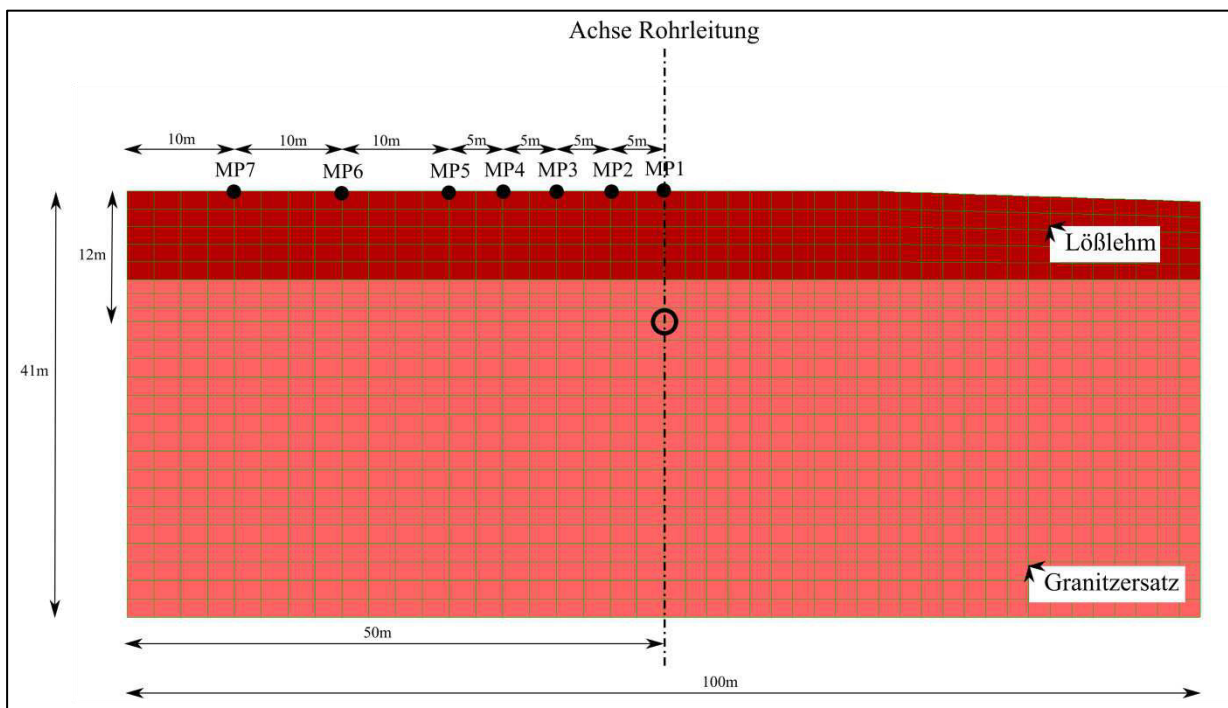


Abbildung 2: Numerisches Modell

Die Belastung im Baugrund infolge des unterirdischen Rohrvortriebs wird als gleichzeitig horizontal und vertikal wirkende Kraft im Bereich des Rohres nach folgender Beziehung aufgebracht.

$$F = F_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$$

mit:  $F_0$ : Amplitude [kN],

$f$ : Frequenz [Hz],

$t$ : Zeit [s].

Für eine Amplitude  $F_0 = 200$  kN und eine Frequenz von  $f = 1$  Hz und  $f = 10$  Hz ergibt sich der in der folgenden Abbildung dargestellte Verlauf der Erregung im System.

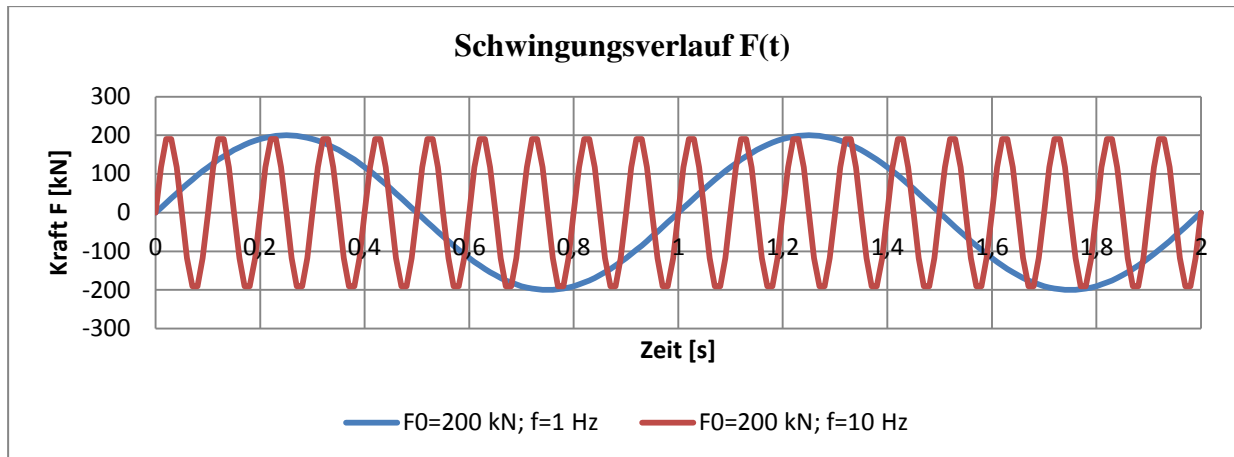


Abbildung 3: Schwingungsverlauf für eingetragene Kraft F(t) für  $F_0 = 200 \text{ kN}$  und  $f = 1 \text{ Hz}$  und  $f = 10 \text{ Hz}$

Für die numerische Berechnung mit dem Programmsystem FLAC wird zur Modellierung des Bodens jeweils das Mohr-Coulombsche Stoffmodell mit den Kennwertsätzen aus Abschnitt 3.2 verwendet. Die Dämpfung im Boden wird nach dem Ansatz von Rayleigh [U 8] abgebildet.

Für die Berechnung wurden verschiedene Kombinationen aus Amplitude und Frequenz, die in Kombination im Bereich der Tunnelröhre aufgebracht wurden, untersucht. Die Belastung soll dabei die Lasten simulieren, die im Rahmen der Bauausführung tatsächlich auftreten. Da es zum Bauverfahren noch keine detaillierten Angaben gibt, sind die angesetzten Kräfte und Frequenzen als Belastungsannahmen zu verstehen. Bei der Amplitude wurden die Varianten  $F_0 = 200,0 \text{ kN}$ ,  $F_0 = 500,0 \text{ kN}$  und  $F_0 = 1000,0 \text{ kN}$  in Kombination mit den Frequenzen  $f = 1 \text{ Hz}$ ,  $f = 10 \text{ Hz}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$  und  $f = 100 \text{ Hz}$  untersucht. Damit ergeben sich insgesamt 12 Kombinationsmöglichkeiten für die in Abhängigkeit der Zeit Spannungs-, Verformungs- und Geschwindigkeitszustände des numerischen Modells berechnet wurden.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Messpunkte MP1 bis MP7 (vgl. Abbildung 2) gelegt. Dort wurden sogenannte History-Variablen definiert, für die das Programm während der gesamten Berechnung bestimmte Zustandsgrößen (z.B. horizontale und vertikale Geschwindigkeit) aufzeichnet. In der Auswertung lassen sich dann über die Schwingungszeit die maximalen Werte leicht ermitteln. Die Messpunkte wurden von der Rohrachse an in Richtung Nord-West im Abstand von 5,0 m bzw. 10,0 m definiert.

Zur Bewertung der Erschütterungen auf den Flurstücken 147 und 149 werden die Grenzwerte für die Schwinggeschwindigkeit aus der DIN 4150-3 [U 9] angesetzt. Dort sind in Tabelle 1 für Fundamente von Wohngebäuden, in Abhängigkeit der Frequenz die folgenden Grenzwerte der Schwinggeschwindigkeit angegeben:

- 1 Hz ... 10 Hz: 5 mm/s,
- 10 Hz ... 50 Hz: 5 mm/s bis 15 mm/s,
- 50 Hz ... 100 Hz: 15 mm/s bis 20 mm/s.

Zur Bewertung der Erschütterungen infolge Rohrvortrieb auf die Ferienhäuser werden in den Messpunkten MP1 bis MP7 die maximal auftretenden Horizontal- und die Vertikalgeschwindigkeiten berechnet und mit den Grenzwerten der DIN 4150-3 verglichen.

Die Messpunkte befinden sich dabei ungefähr auf Höhe der Fundamente, womit ein Vergleich der berechneten Schwinggeschwindigkeiten mit den Grenzwerten für Fundamente nach DIN 4150-3 möglich ist.

## 4.2 Ergebnisse

Im Folgenden Abschnitt erfolgt die Darstellung der Berechnungsergebnisse. Dabei wird sich ausschließlich auf die horizontale und die vertikale Schwinggeschwindigkeit in den Messpunkten beschränkt, da dies für die Beurteilung der Erschütterungen an den Gebäuden das einzige Beurteilungskriterium ist. Weitere Berechnungsergebnisse können der Anlage 1 entnommen werden.

Die Ergebnisse werden dabei jeweils für die aufgebrachten Amplituden (200 kN, 500 kN und 1000 kN) getrennt voneinander ausgewertet. Als Grenzwert wird nach DIN 4150-3 jeweils eine Schwinggeschwindigkeit von 5 mm/s für alle Frequenzbereiche zu Grunde gelegt.

### Ergebnisse für Amplitude 200 kN

In den folgenden beiden Abbildungen sind die horizontale und die vertikale Schwinggeschwindigkeit bei einer Schwingung mit einer Amplitude von 200 kN für die Frequenzen 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz und 100 Hz dargestellt.

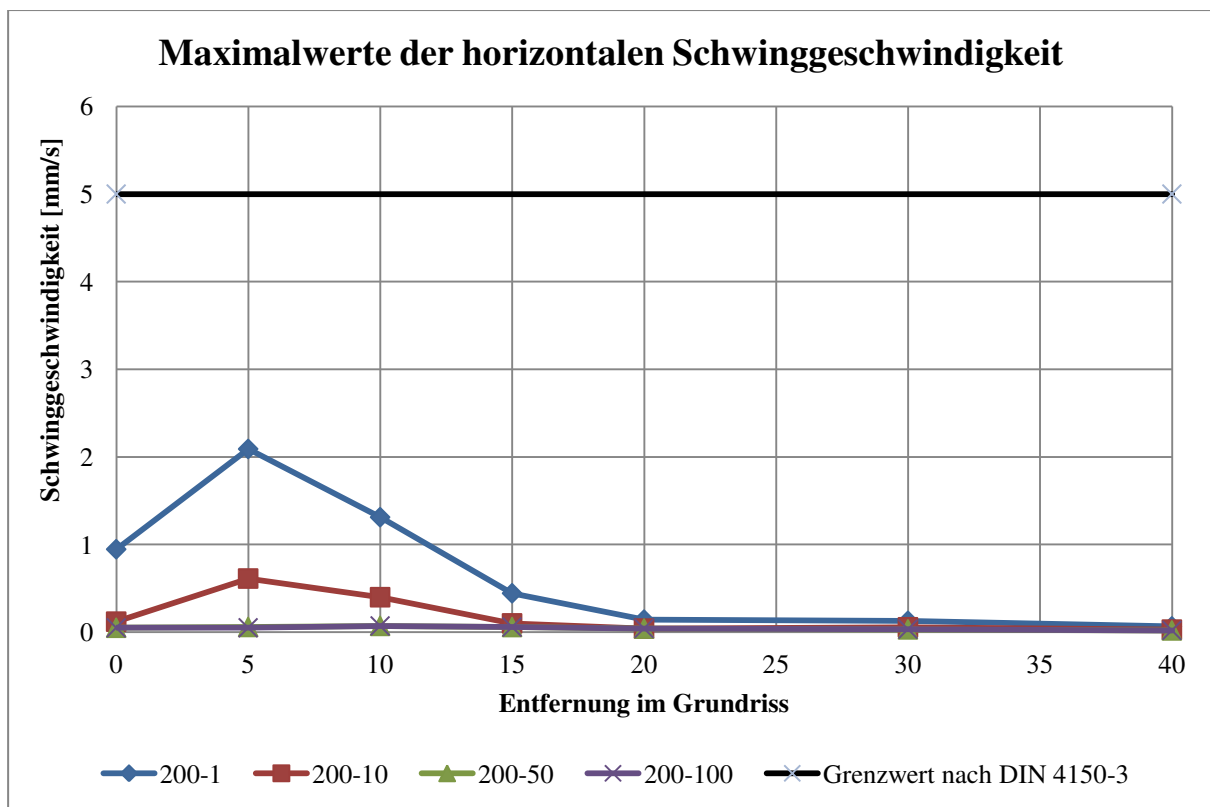


Abbildung 4: Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 200 kN

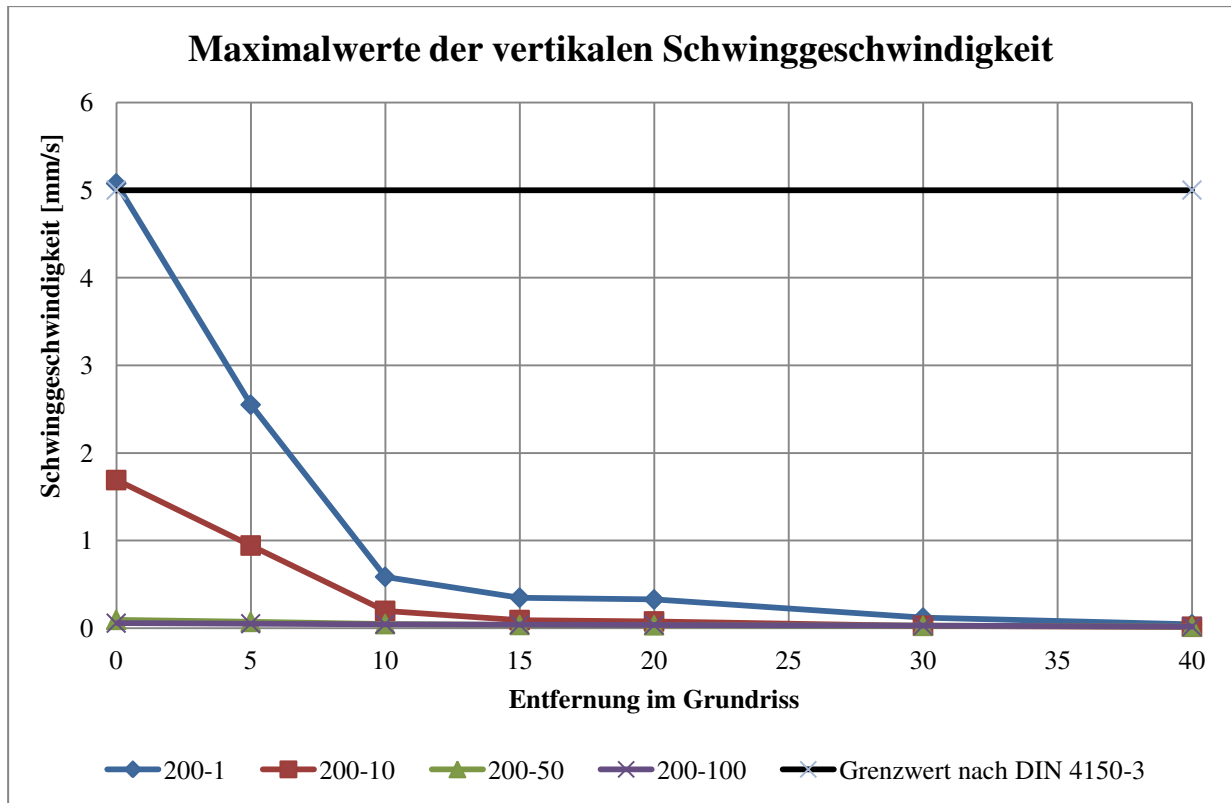


Abbildung 5: Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 200 kN

Im Diagramm beinhaltet die Bezeichnung der Kurven sowohl die Amplitude (hier: 200 kN entspricht ‚200‘) als auch die Frequenz (hier: 1 Hz entspricht ‚1‘, 10 Hz entspricht ‚10‘, usw.).

Unabhängig von der Entfernung zur Rohrachse und zur Frequenz der Belastung, treten bei der horizontalen Schwinggeschwindigkeit keine Überschreitungen des Grenzwertes auf. Der Maximalwert tritt in einer Entfernung von 5 m zur Rohrachse auf.

Bei der vertikalen Schwinggeschwindigkeit treten die Maximalwerte infolge der angesetzten Belastung im Bereich der Rohrachse auf und überschreiten bei einer Frequenz von 1 Hz den zulässigen Grenzwert leicht. Für höhere Frequenzen (ab 10 Hz bis 100 Hz) wird bei einer Amplitude von 200 kN der Grenzwert nicht überschritten.

Unter den eingetragenen Lasten, der vorhandenen Baugrundgeometrie im Berechnungsschnitt, den angesetzten Bodenkennwerten und Dämpfungsparametern ergeben sich für eine Amplitude von 200 kN ab einem Abstand von 5,0 m neben der Rohrachse ausreichend geringe Schwinggeschwindigkeiten im Untergrund, womit eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist.

### Ergebnisse für Amplitude 500 kN

In den folgenden beiden Abbildungen sind die horizontale und die vertikale Schwinggeschwindigkeit bei einer Schwingung mit einer Amplitude von 500 kN für die Frequenzen 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz und 100 Hz dargestellt.

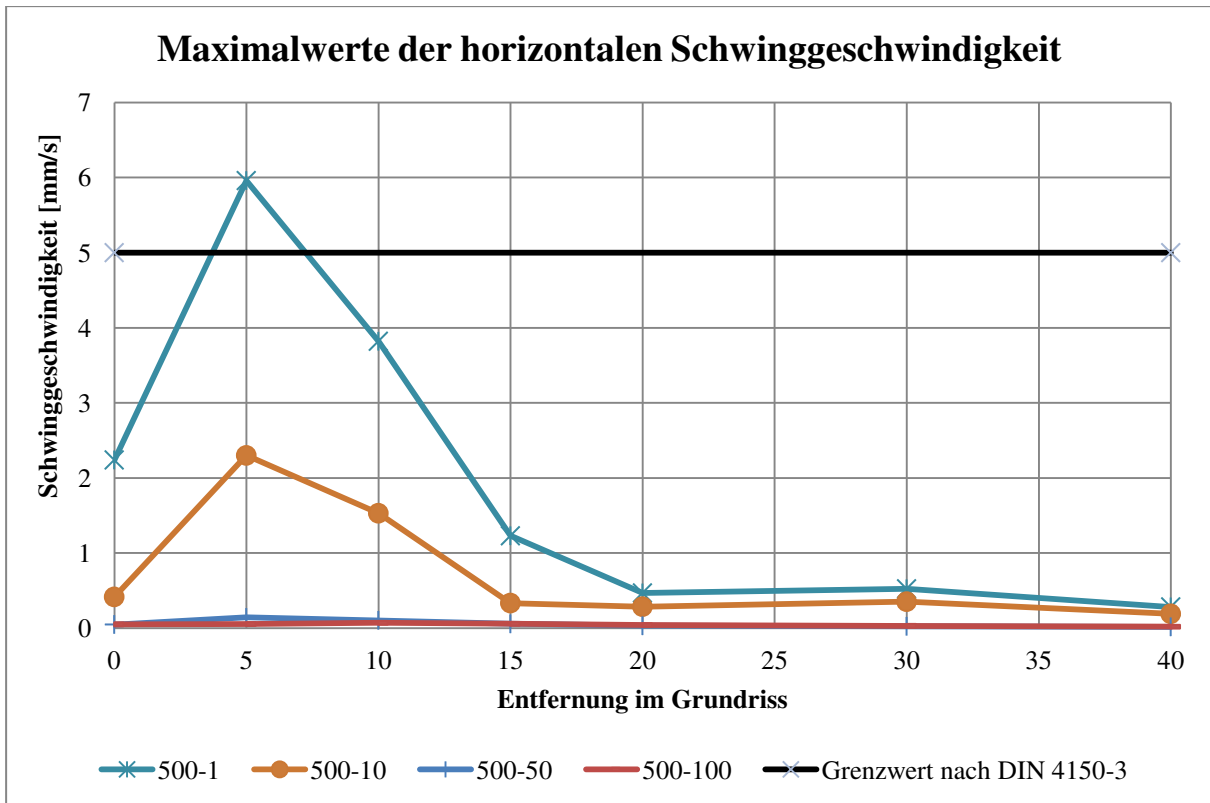


Abbildung 6: Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 500 kN

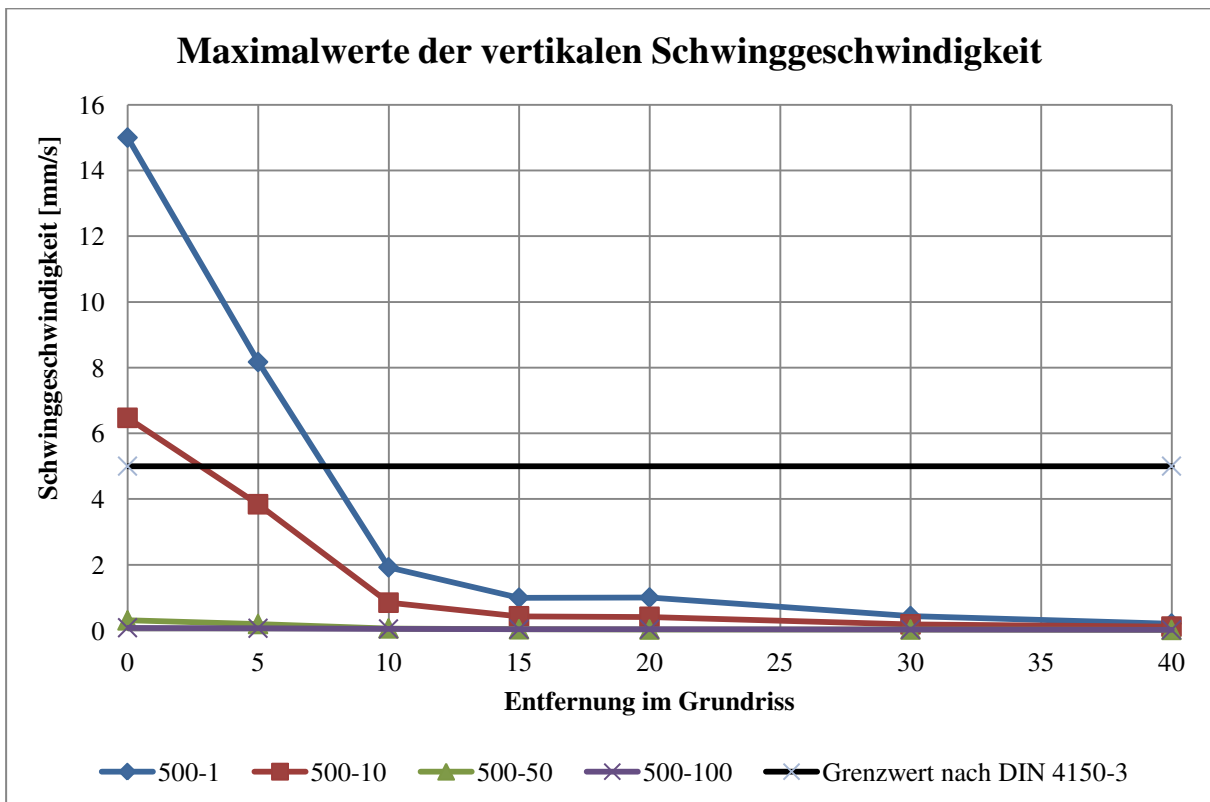


Abbildung 7: Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 500 kN

Für eine Frequenz von 1 Hz wird der Grenzwert der horizontalen Schwinggeschwindigkeit in einer Entfernung von 5 m zur Rohrachse überschritten. Bei den Frequenzen 10 Hz, 50 Hz und 100 Hz treten keine Überschreitungen des Grenzwertes auf. Der Maximalwert tritt für alle durchgeführten Berechnungen immer in einer Entfernung von 5 m zur Rohrachse auf.

Bei der vertikalen Schwinggeschwindigkeit treten die Maximalwerte infolge der angesetzten Belastung im Bereich der Rohrachse auf und überschreiten bei einer Frequenz von 1 Hz und 10 Hz den zulässigen Grenzwert. Für eine Frequenz von 1 Hz wird der Grenzwert auch noch in einer Entfernung von 5 m von der Rohrachse überschritten. Für höhere Frequenzen (50 Hz und 100 Hz) wird bei einer Amplitude von 500 kN der Grenzwert nicht überschritten.

Unter den eingetragenen Lasten, der vorhandenen Baugrundegeometrie im Berechnungsschnitt, den angesetzten Bodenkennwerten und Dämpfungsparametern ergeben sich für eine Amplitude von 500 kN ab einem Abstand von 10,0 m neben der Rohrachse ausreichend geringe Schwinggeschwindigkeiten im Untergrund, womit eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist.

### Ergebnisse für Amplitude 1000 kN

In den folgenden beiden Abbildungen sind die horizontale und die vertikale Schwinggeschwindigkeit bei einer Schwingung mit einer Amplitude von 1000 kN für die Frequenzen 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz und 100 Hz dargestellt.

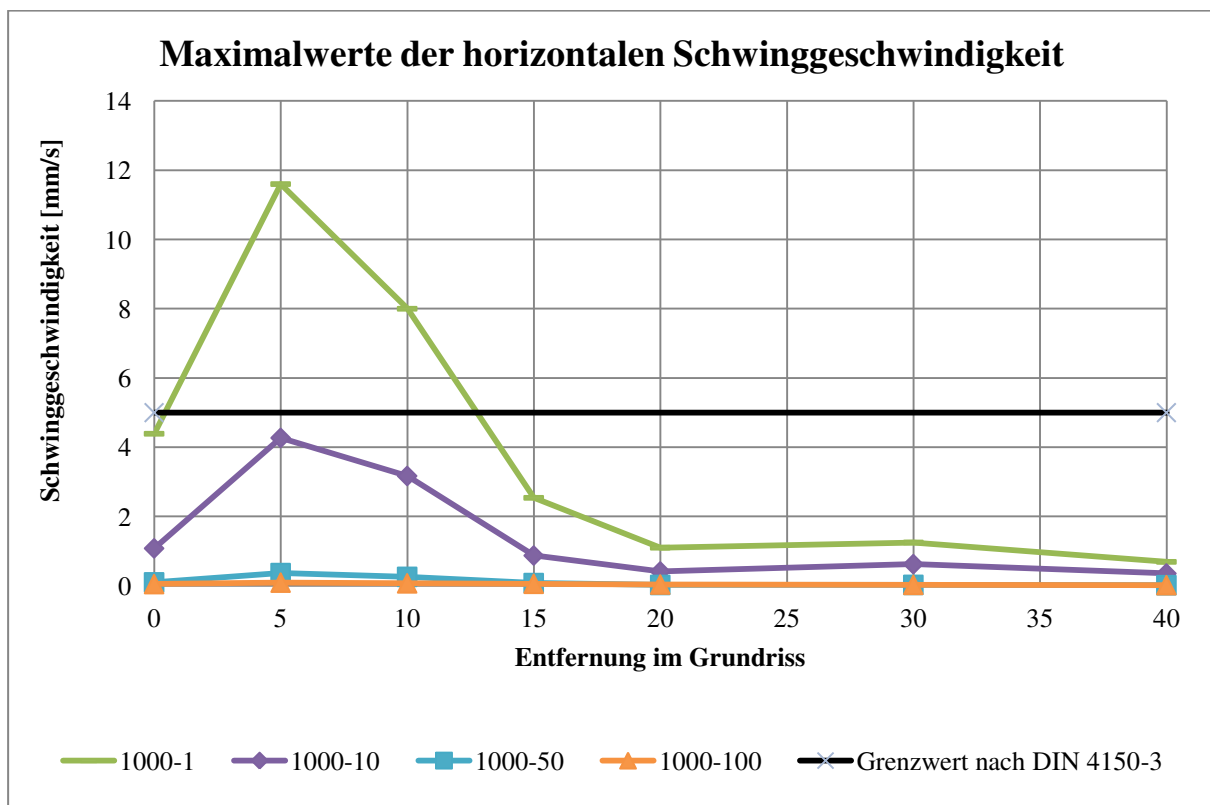


Abbildung 8: Horizontale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 1000 kN

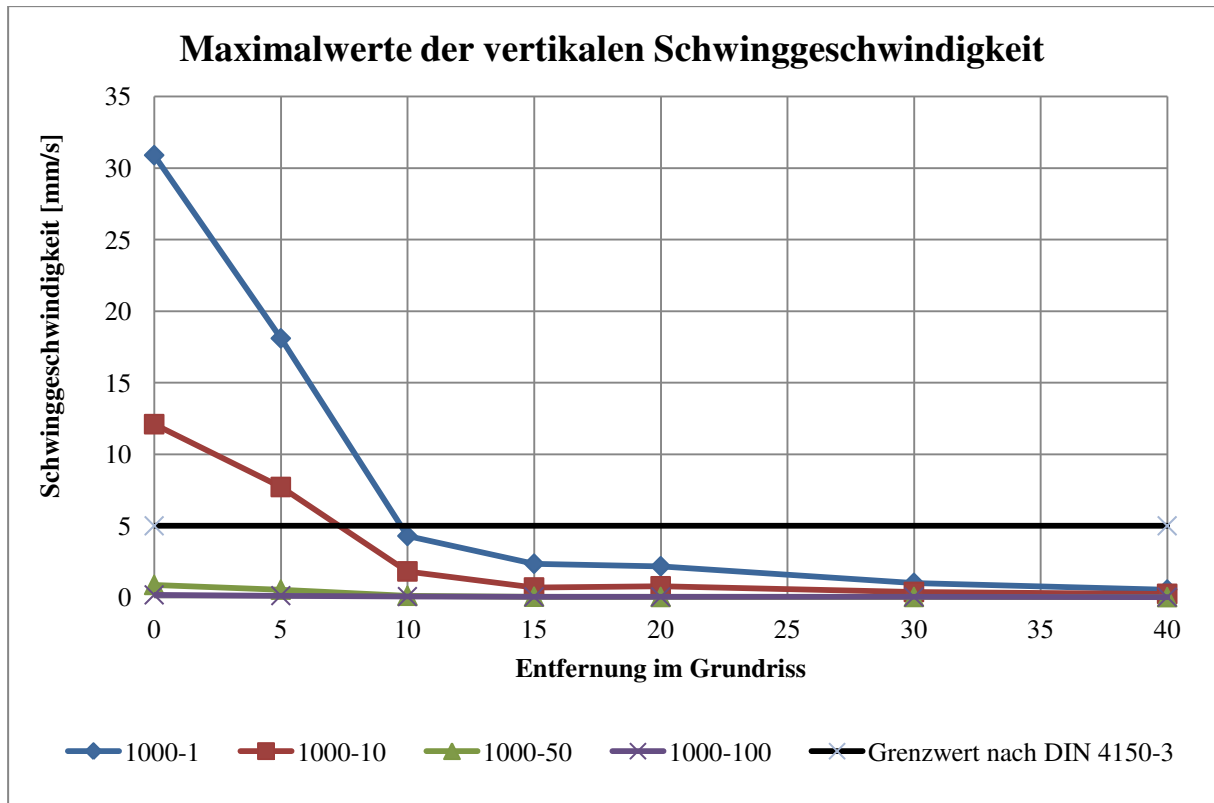


Abbildung 9: Vertikale Schwinggeschwindigkeit für Amplitude 1000 kN

Für eine Frequenz von 1 Hz wird der Grenzwert der horizontalen Schwinggeschwindigkeit in einer Entfernung von 5 m und 10 m zur Rohrachse überschritten. Bei den Frequenzen 10 Hz, 50 Hz und 100 Hz treten keine Überschreitungen des Grenzwertes auf. Der Maximalwert tritt für alle durchgeführten Berechnungen immer in einer Entfernung von 5 m zur Rohrachse auf.

Bei der vertikalen Schwinggeschwindigkeit treten die Maximalwerte infolge der angesetzten Belastung im Bereich der Rohrachse auf und überschreiten bei einer Frequenz von 1 Hz und 10 Hz den zulässigen Grenzwert. Erst ab einer Entfernung von 10 m sind die berechneten Schwinggeschwindigkeiten ausreichend gering um den geforderten Grenzwert zu erfüllen. Für höhere Frequenzen (50 Hz und 100 Hz) wird bei einer Amplitude von 1000 kN der Grenzwert nicht überschritten.

Unter den eingetragenen Lasten, der vorhandenen Baugrundgeometrie im Berechnungsschnitt, den angesetzten Bodenkennwerten und Dämpfungsparametern ergeben sich für eine Amplitude von 1000 kN ab einem Abstand von 15,0 m neben der Rohrachse ausreichend geringe Schwinggeschwindigkeiten im Untergrund, womit eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist.



## Tabellarische Übersicht der Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der horizontalen und der vertikalen Schwinggeschwindigkeit für die untersuchten Amplituden und Frequenzen dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisübersicht der ermittelten Schwinggeschwindigkeiten [mm/s]

Amplitude	Frequenz	Schwingungs- richtung	Entfernung						
			0 m	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m
200 kN	1 Hz	horizontal	0,945	2,090	1,311	0,443	0,142	0,128	0,065
		vertikal	5,076	2,550	0,586	0,348	0,327	0,120	0,044
	10 Hz	horizontal	0,119	0,611	0,398	0,099	0,040	0,054	0,028
		vertikal	1,690	0,943	0,197	0,092	0,076	0,027	0,016
50 Hz	horizontal	0,049	0,059	0,071	0,058	0,040	0,031	0,019	
	vertikal	0,095	0,072	0,046	0,036	0,033	0,027	0,018	
100 Hz	horizontal	0,050	0,049	0,071	0,058	0,042	0,033	0,019	
	vertikal	0,057	0,051	0,045	0,040	0,036	0,028	0,018	
500 kN	1 Hz	horizontal	2,240	5,960	3,820	1,230	0,469	0,524	0,283
		vertikal	15,000	8,170	1,920	0,995	1,000	0,435	0,209
	10 Hz	horizontal	0,416	2,300	1,530	0,334	0,286	0,353	0,191
		vertikal	6,470	3,840	0,844	0,430	0,412	0,184	0,115
50 Hz	horizontal	0,049	0,143	0,104	0,058	0,032	0,025	0,018	
	vertikal	0,307	0,196	0,062	0,036	0,028	0,027	0,016	
100 Hz	horizontal	0,050	0,054	0,071	0,058	0,041	0,032	0,019	
	vertikal	0,082	0,064	0,045	0,037	0,034	0,028	0,018	
1000 kN	1 Hz	horizontal	4,390	11,600	8,000	2,540	1,100	1,250	0,691
		vertikal	30,900	18,100	4,290	2,350	2,170	1,010	0,537
	10 Hz	horizontal	1,080	4,270	3,170	0,873	0,413	0,624	0,354
		vertikal	12,100	7,710	1,810	0,685	0,769	0,376	0,241
50 Hz	horizontal	0,098	0,366	0,256	0,078	0,024	0,025	0,017	
	vertikal	0,869	0,539	0,112	0,046	0,028	0,027	0,015	
100 Hz	horizontal	0,049	0,091	0,071	0,058	0,037	0,027	0,018	
	vertikal	0,172	0,116	0,052	0,035	0,030	0,027	0,017	

## 5 Bewertung der Ergebnisse

Aus den Berechnungsergebnissen lassen sich die folgenden Aussagen auf Grundlage der durchgeführten Berechnungen mit den zugehörigen Annahmen ableiten:

- Ab einem Abstand von 15 m zur Rohrleitungsachse konnte keine Überschreitung der Grenzwerte festgestellt werden.
- Für die Frequenzen 50 Hz und 100 Hz konnte keine Überschreitung der zulässigen Grenzwerte festgestellt werden.
- Für eine Amplitude von 200 kN ergeben sich nur für die Frequenz von 1 Hz Überschreitungen des Grenzwerts, unmittelbar über der Rohrachse.
- Für eine Amplitude von 500 kN ergeben sich für die Frequenzen von 1 Hz und 10 Hz Überschreitungen des Grenzwerts, bis in eine Entfernung von 5 m von der Rohrachse.
- Für die Amplitude von 1000 kN ergeben sich für die Frequenzen von 1 Hz und 10 Hz Überschreitungen des Grenzwertes, bis in eine Entfernung von 10 m von der Rohrachse.

Aus den Ergebnissen lassen sich die folgenden Aussagen für die Bebauung der Flurstücke 147 und 149 ableiten:

- Ab einer Entfernung größer 15 m von der Rohrachse ist mit keiner Beeinflussung durch den unterirdischen Rohrvortrieb zu rechnen.
- Für Amplituden von 200 kN verschiebt sich diese Grenze auf 5 m von Rohrachse und bei einer Amplitude von 500 kN liegt die Grenze bei 10 m Abstand von der Rohrachse.
- Da eine Beeinflussung der vorhandenen Bebauung in unmittelbarer Nähe zur geplanten Rohrtrasse nach derzeitigen Kenntnis- und Planungsstand zur Vortriebstechnologie nicht sicher auszuschließen ist, scheint es sinnvoll die Gebäude in unmittelbarer Nähe des Rohrvortriebs (Mindestabstand 10 m bis 15 m), erst nach der kompletten Herstellung des Rohres zu errichten.

Die Ergebnisse und daraus abgeleitete Aussagen gelten nur für die bezüglich Baugrundverhältnissen, Geometrie, Belastung und Baugrundeigenschaften getroffenen Annahmen. Diese sind mit fortschreitender Planung des unterirdischen Rohrvortriebs und daraus resultierenden Abweichungen zu prüfen und deren Übertragbarkeit ist sicherzustellen. Ergeben sich im Zuge der weiteren Planung oder während der Bauausführung andere Verhältnisse ist (ggf.) eine Anpassung der Berechnung erforderlich.

Unabhängig zum weiteren Planungsverlauf sollten baubegleitend Erschütterungsmessungen durchgeführt werden, anhand derer ebenfalls eine Prüfung der zulässigen Grenzwerte für die Schwinggeschwindigkeit nach DIN 4150-3 möglich ist. Somit ist es möglich beim Überschreiten von Grenzwerten eine Anpassung der Abbautechnologie vorzunehmen.

## 6 Schlussbestimmungen

Ergeben sich im Zuge der weiteren Planungen andere als die im vorliegenden Schriftstück beschriebenen Randbedingungen, bitten wir um eine entsprechende Benachrichtigung.

Die Ergebnisaussagen und die daraus abgeleiteten Empfehlungen in dieser Unterlage gelten nur in Bezug auf die im Vorfeld getroffenen Annahmen (Baugrundverhältnisse, Baugrundeigenschaften und –kennwerte, Belastung und Geometrie).

Die Unterlage darf nur in vollständiger, ungekürzter Form mit allen Anlagen und Zustimmungen des AG vervielfältigt werden.

## 7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im ehemaligen Tagebau Berzdorf ist nach dem Abschluss der Flutung die Außerbetriebnahme aller Wasserhaltungsmaßnahmen vorgesehen. Zu den noch in Betrieb befindlichen Maßnahmen gehört die im westlichen Randböschungsbereich vorhandene Wasserhaltung Jauernicker Wasser. Dieses soll über eine, im unterirdischen Rohrvortrieb zu verlegende Rohrleitung an das Tagebaurestgewässer angebunden werden.

Durch den unterirdischen Rohrvortrieb werden dynamische Lasten in den Baugrund eingebracht, wodurch sich Erschütterungen einstellen und diese ggf. Auswirkungen auf die geplante Bebauung der Flurstücke 147 und 149 der Gemarkung Jauernick-Buschbach haben.

Die G.U.B. Ingenieur AG, Niederlassung Dresden wurde beauftragt, die möglicherweise auftretenden Erschütterungen im Bereich der Flurstücke mit Hinblick auf die geplanten Gebäude zu bewerten und daraus Empfehlungen abzuleiten.

Im Rahmen dieser Unterlage wurden dazu Berechnungen mit dem numerischen Programmsystem FLAC 2D durchgeführt und Annahmen zu Baugrundverhältnissen, Baugrundeigenschaften, Geometrie und Belastung mit Bezug zu vorhandenen Unterlagen [U 2, U 4, U 5, U 6] getroffen. Im Ergebnis wird für den Nahbereich (Abstand ca. 10 m bis 15 m von Rohrachse) um die Achse des unterirdischen Vortriebsrohres die Herstellung der Rohrleitung vor der Errichtung von Gebäuden empfohlen.

Die Empfehlungen basieren dabei auf den durchgeführten Berechnungen und den Berechnungen zur Grund gelegten Annahmen und sind dadurch in ihrer Absolutheit begrenzt. Vor allem die Lastannahmen sind im Zuge der weiteren Planung zu beachten und zu verifizieren. Bei Abweichungen ist ggf. eine erneute Bewertung der Erschütterungsproblematik für die geplante Bebauung durch den unterirdischen Rohrvortrieb vorzunehmen.

Sollten Rückfragen auftreten, stehen die Mitarbeiter der G.U.B. Ingenieur AG zu deren Beantwortung zur Verfügung.

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Material model

■ mohr-coulomb

Grid plot



Fixed Gridpoints

X X-direction

B Both directions

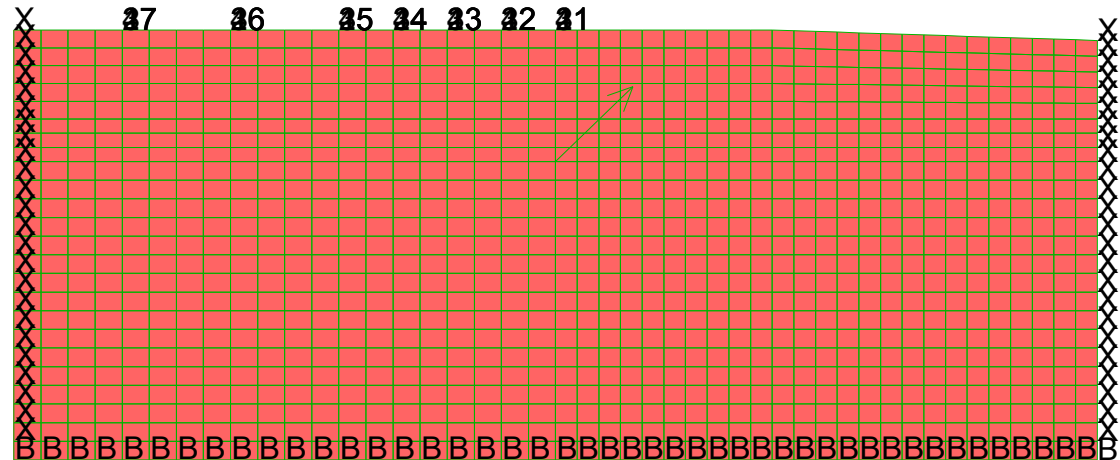
Net Applied Forces

max vector = 3.407E+00



History Locations

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

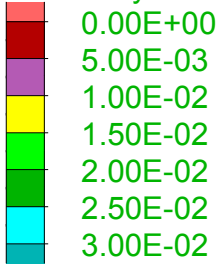
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

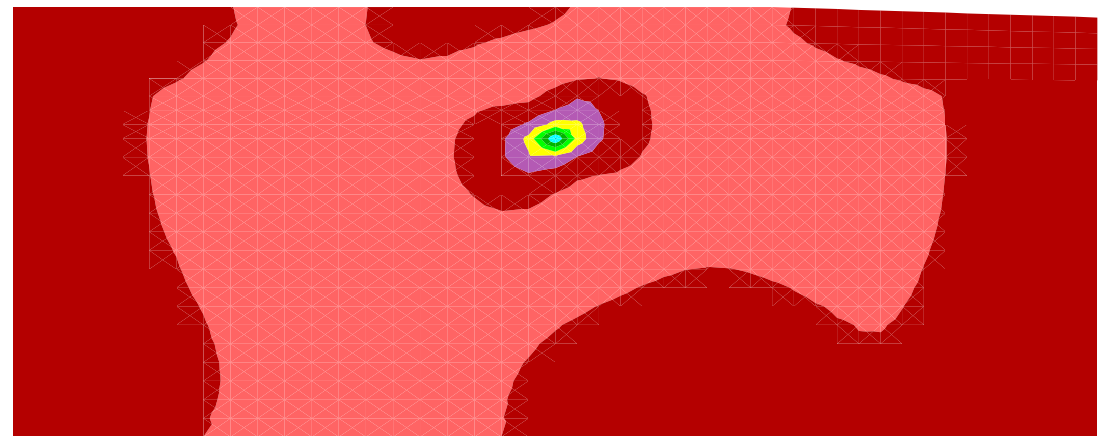
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

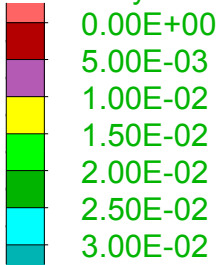
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

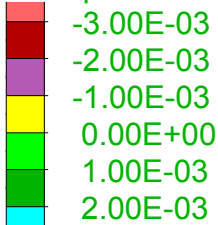
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 1.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

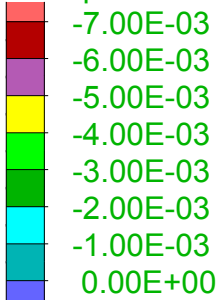
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 1.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

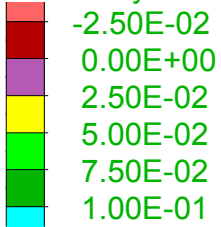
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

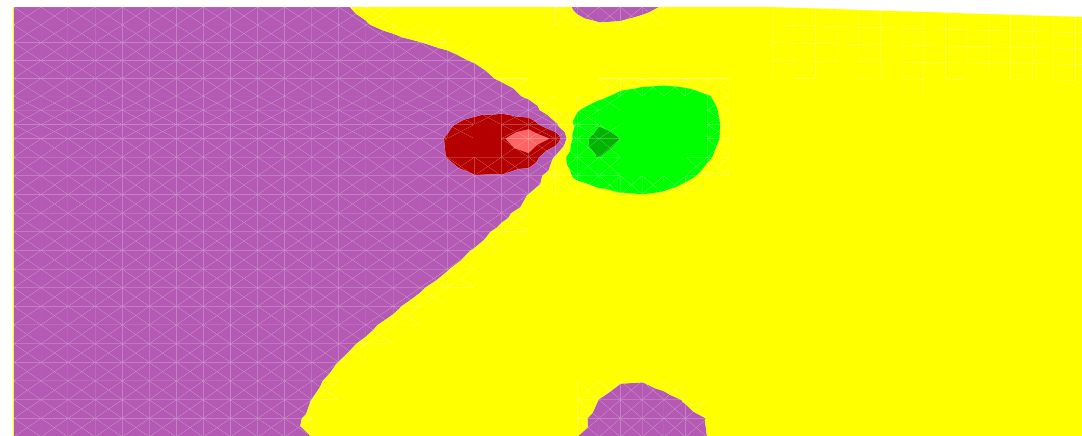
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 1.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:55

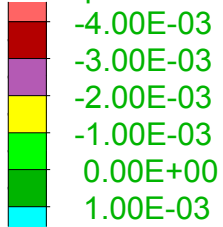
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 1.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

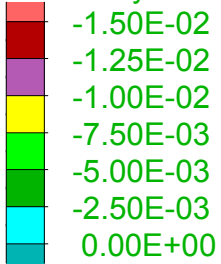
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 2.50E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

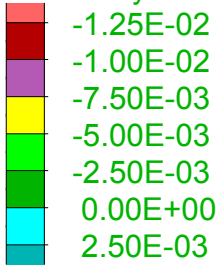
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 2.50E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

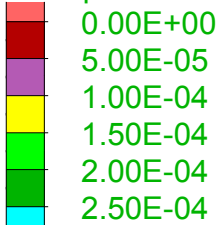
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

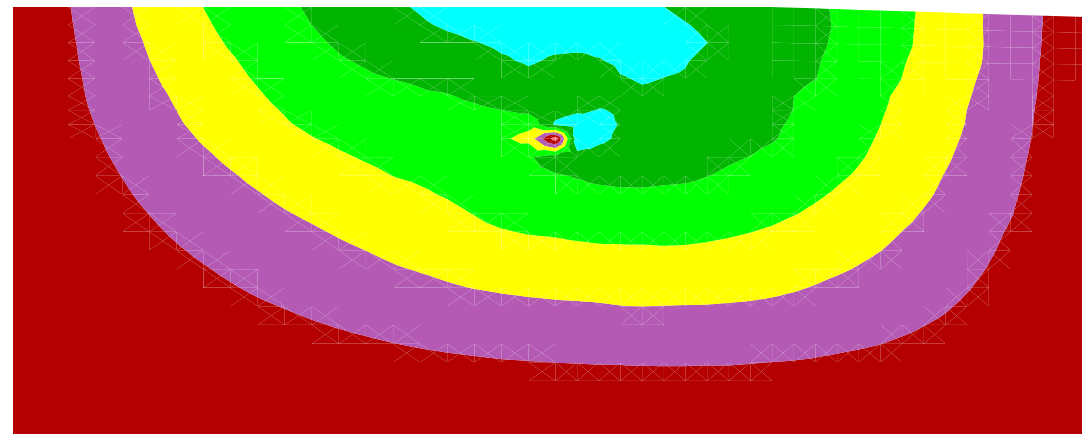
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

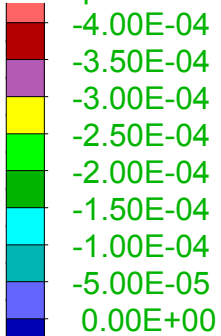
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

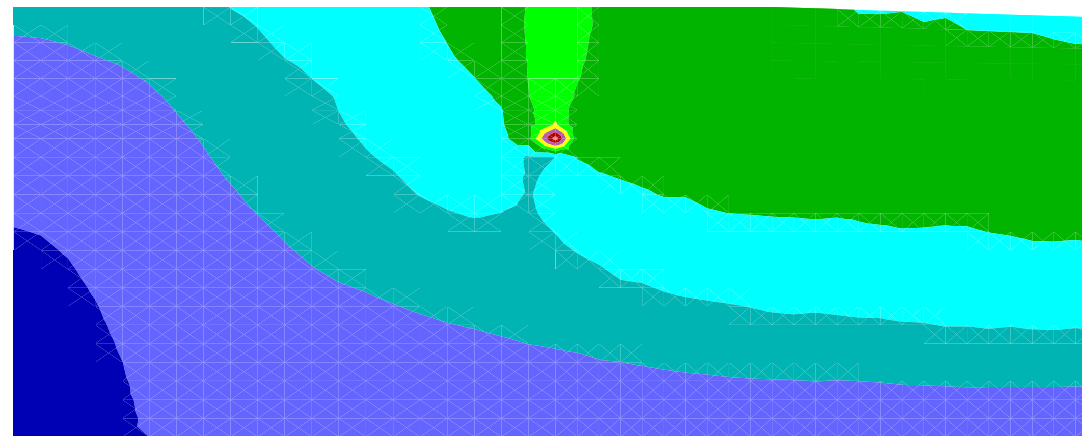
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

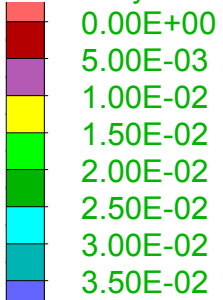
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

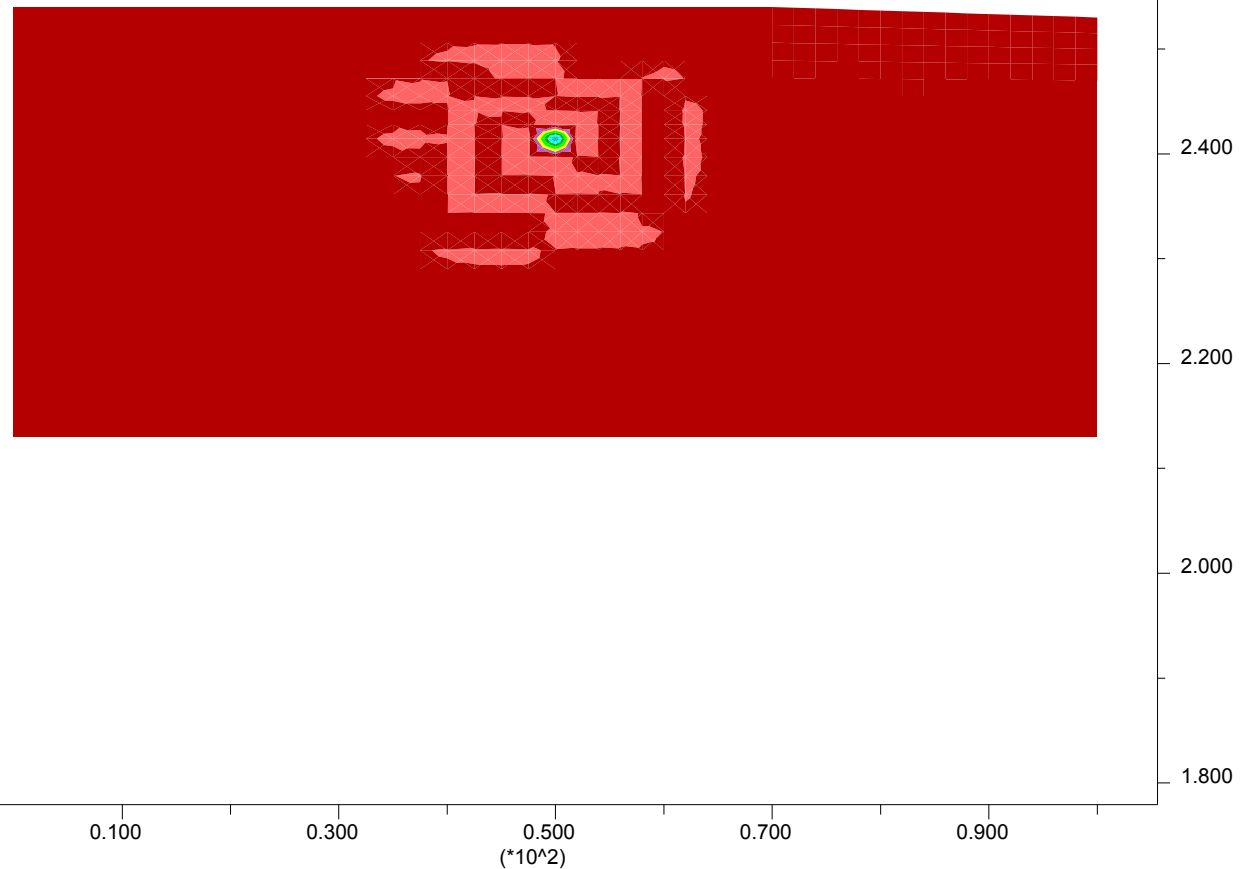
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

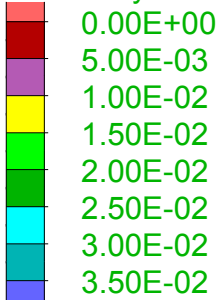
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

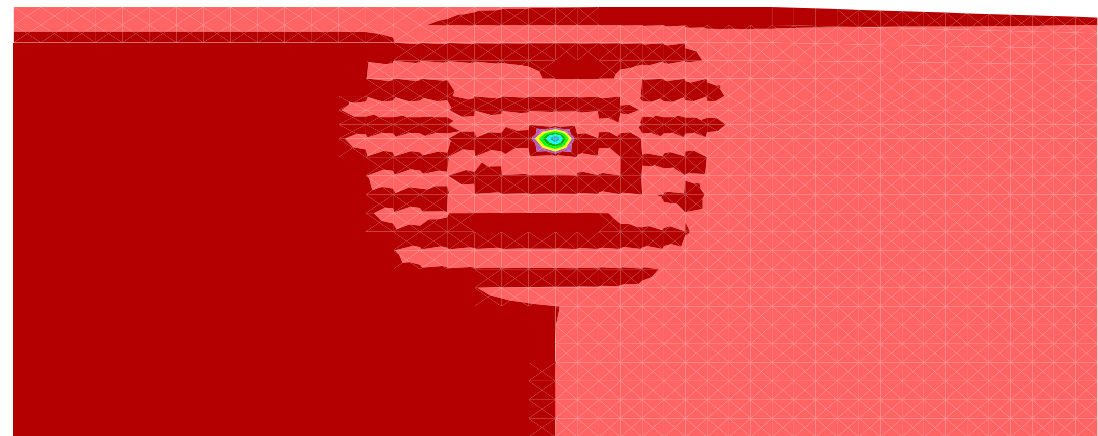
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10^2)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

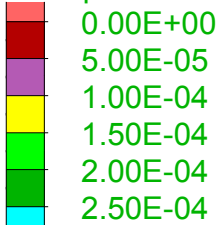
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

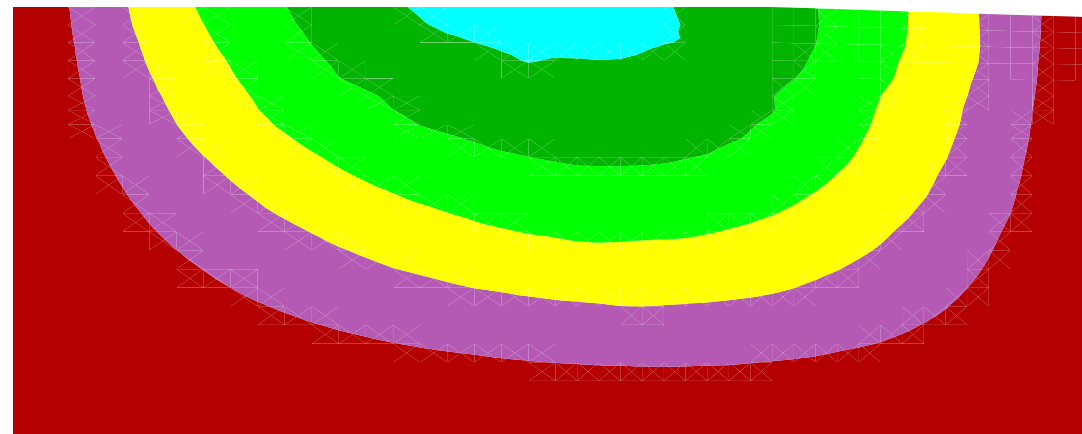
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

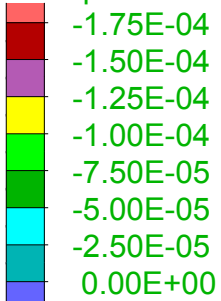
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

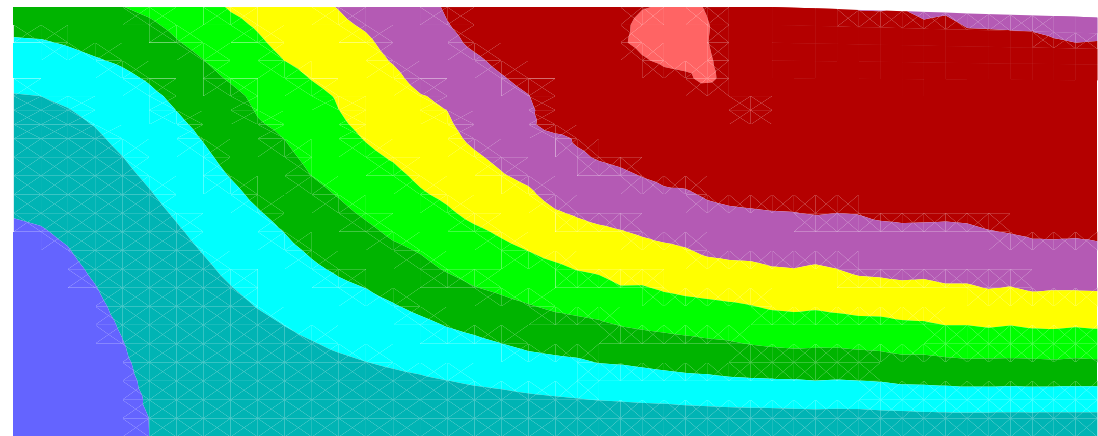
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 2.50E-05

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

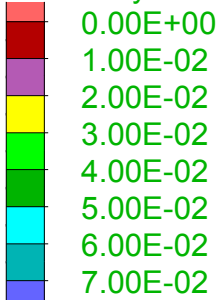
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

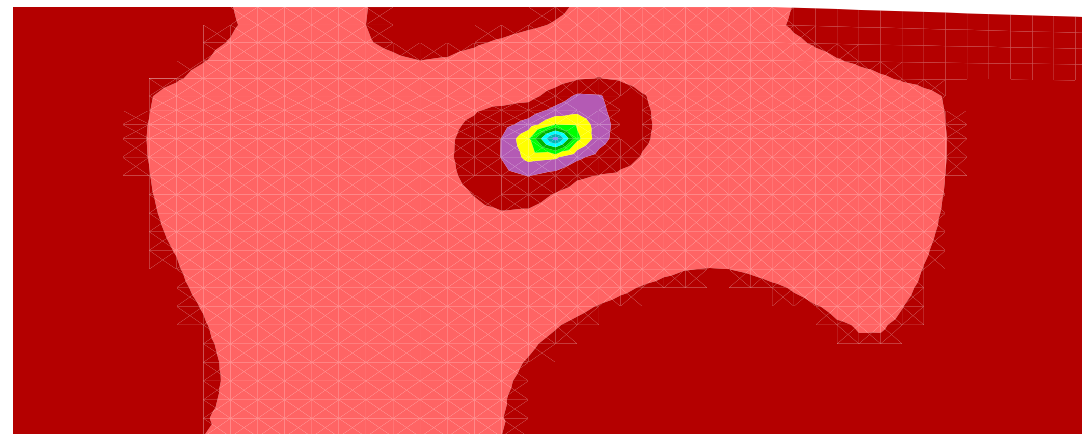
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10^2)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

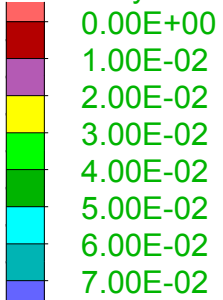
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

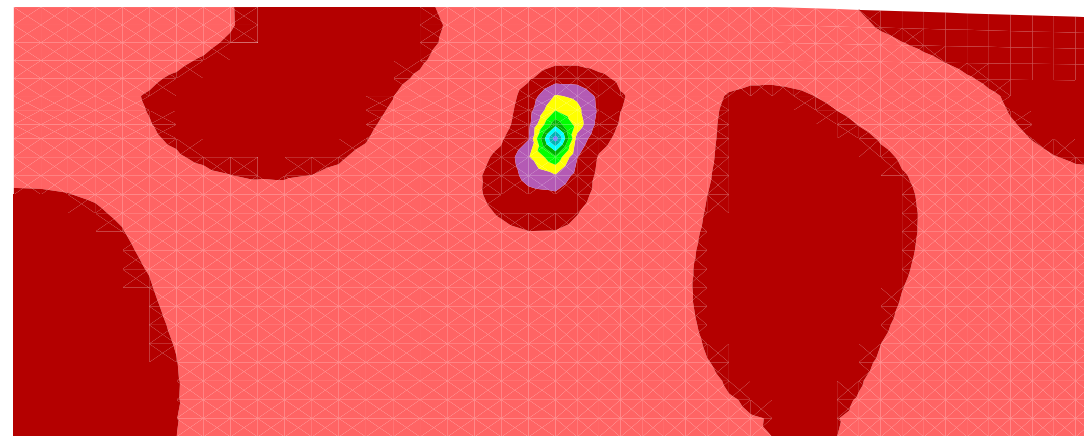
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

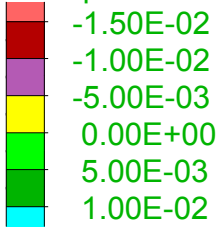
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

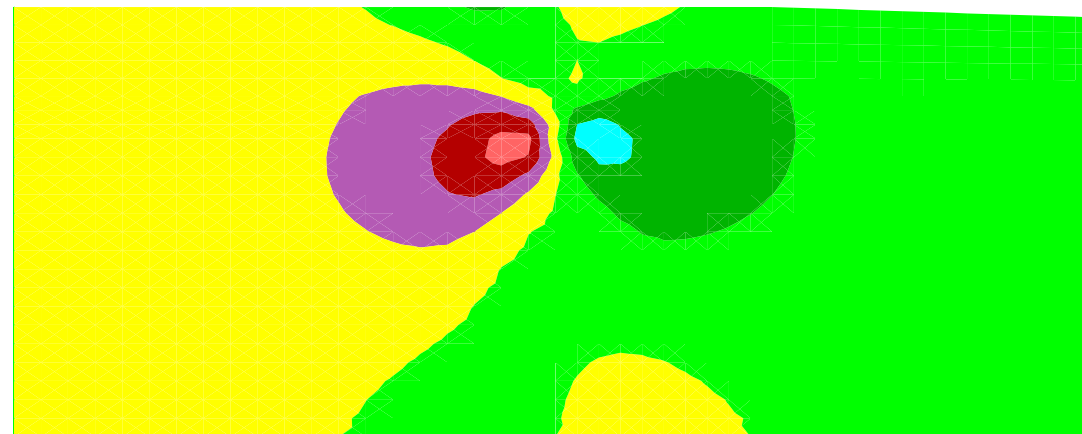
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

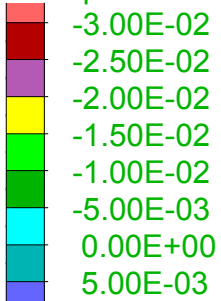
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

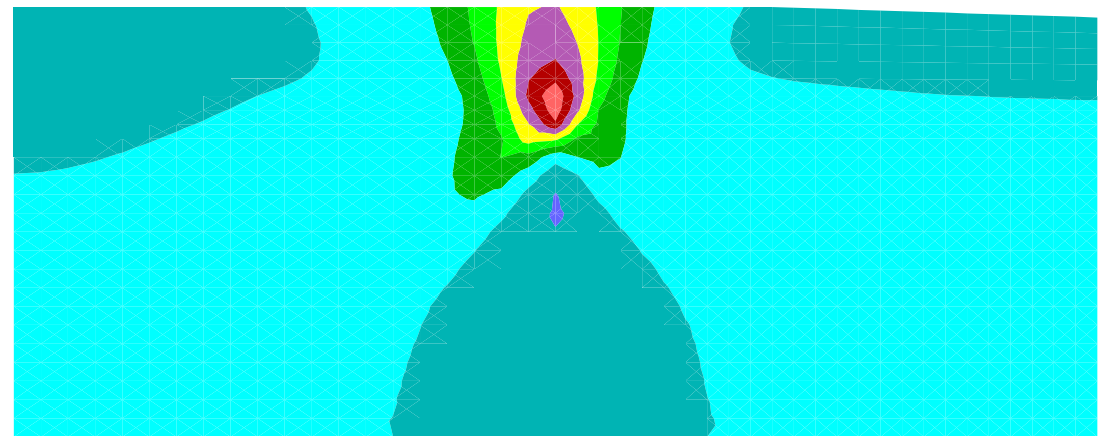
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

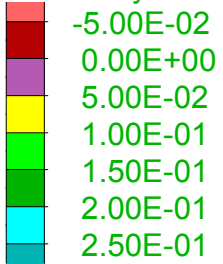
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 5.00E-02



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

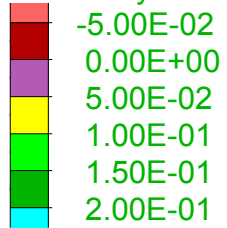
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 5.00E-02



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

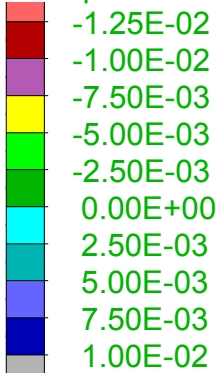
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

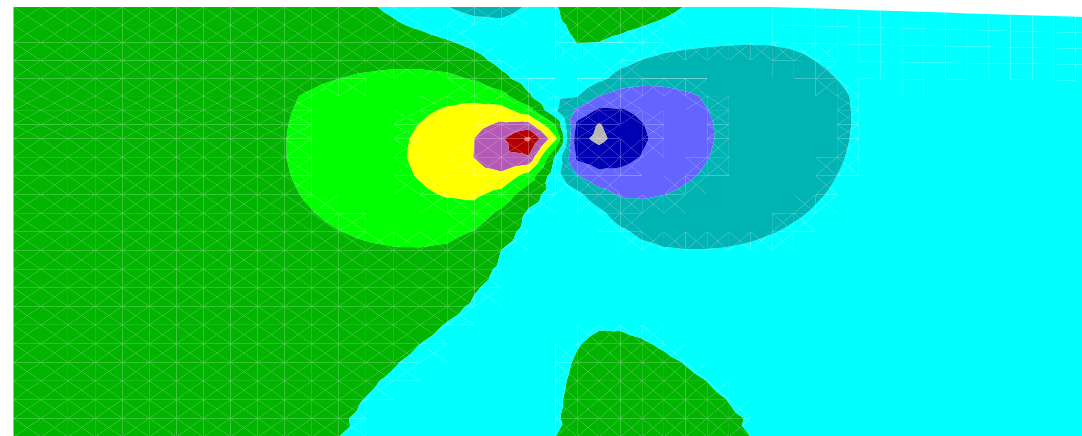
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 2.50E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

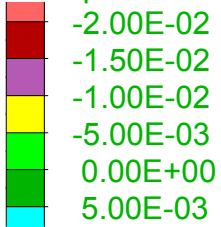
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 5.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

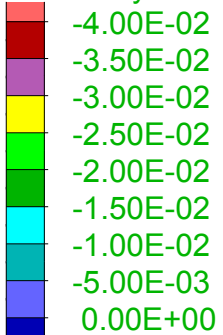
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

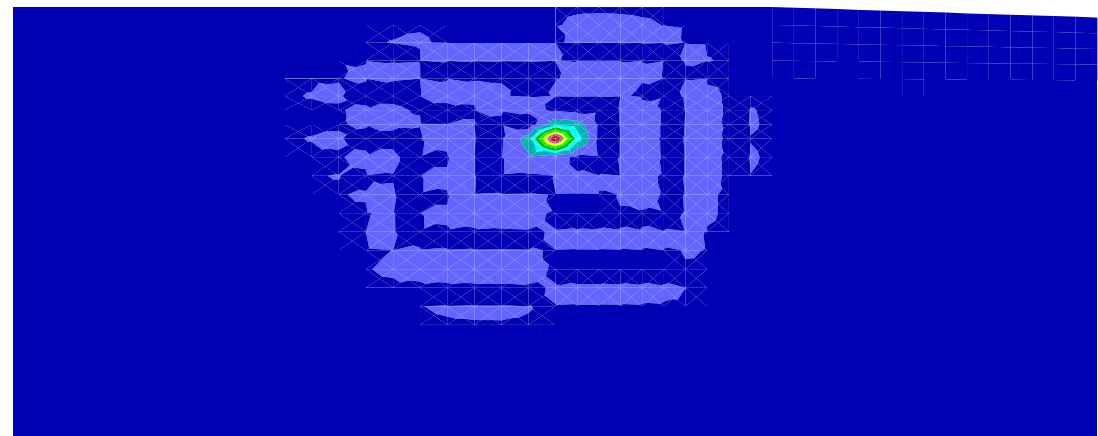
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900 (\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

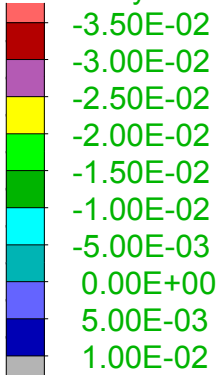
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

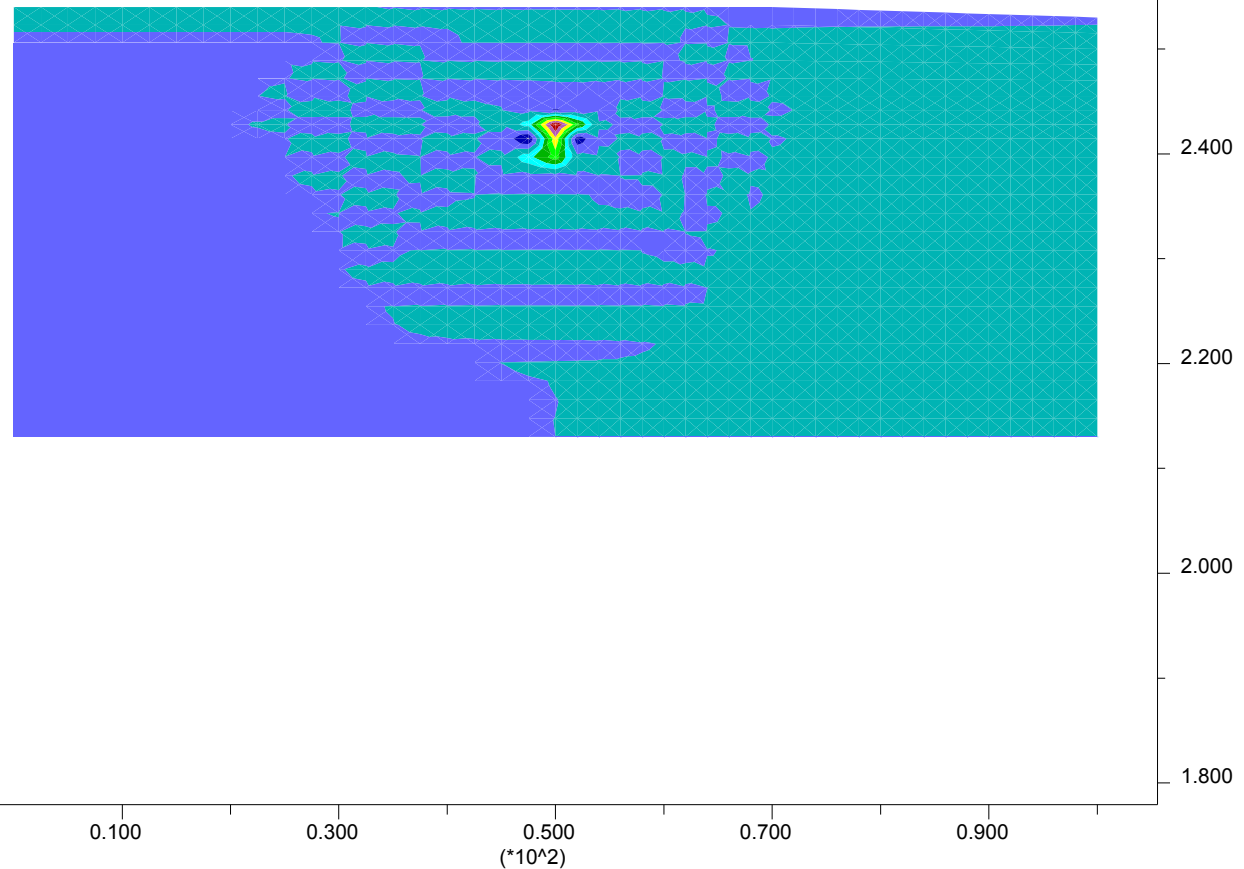
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 5.00E-03

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

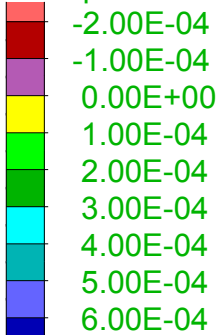
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 1.00E-04

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10^2)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

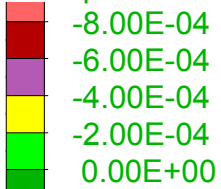
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

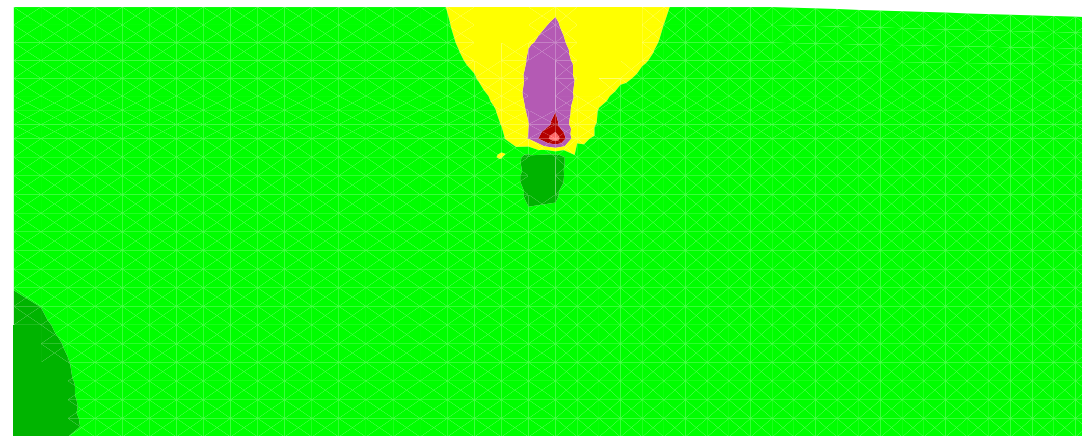
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 2.00E-04





**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

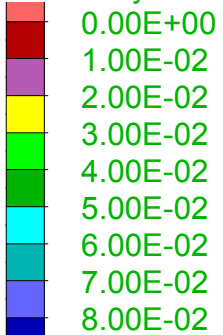
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

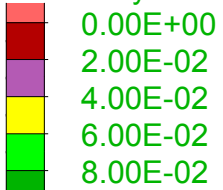
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

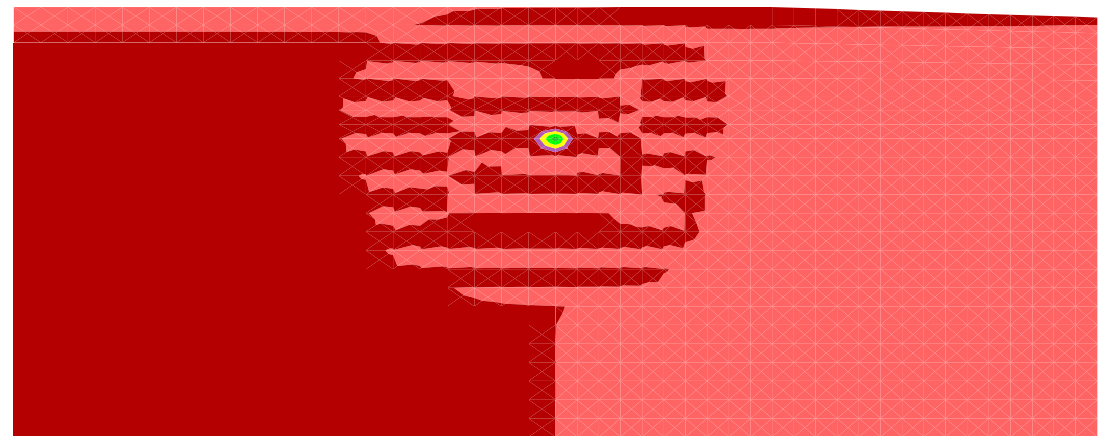
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 2.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

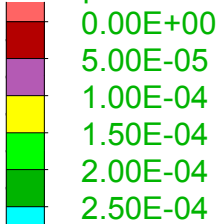
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

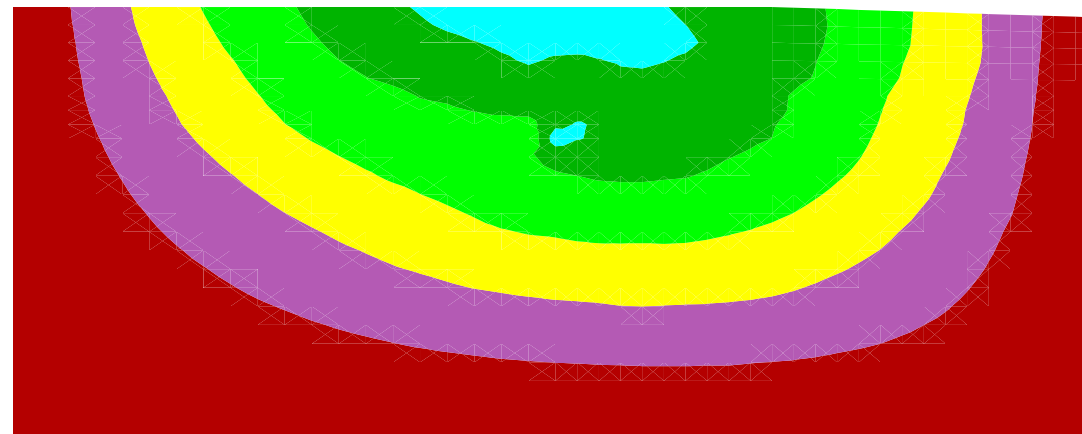
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

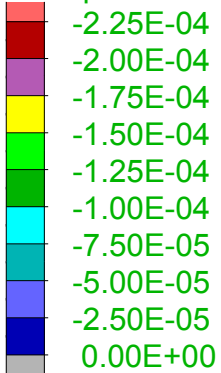
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

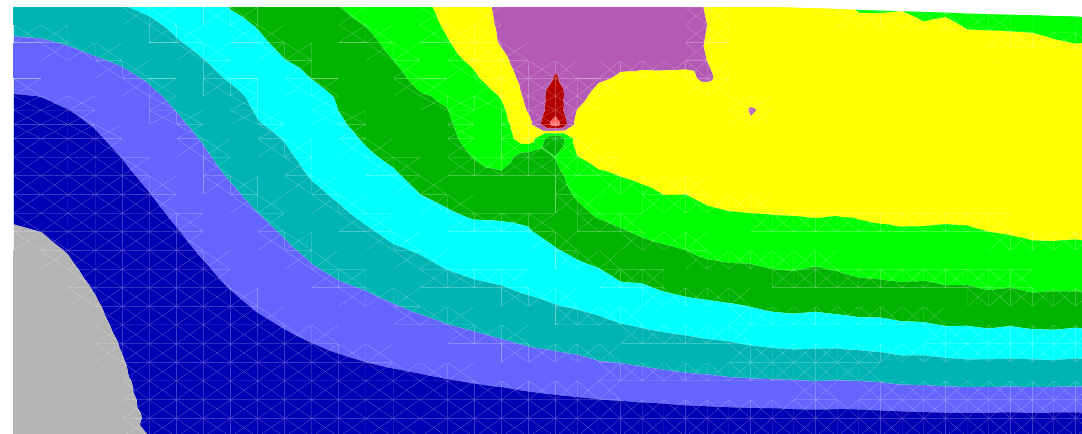
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 2.50E-05

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

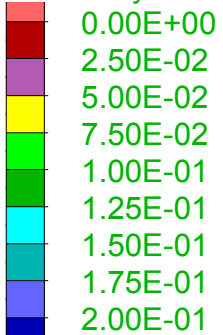
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

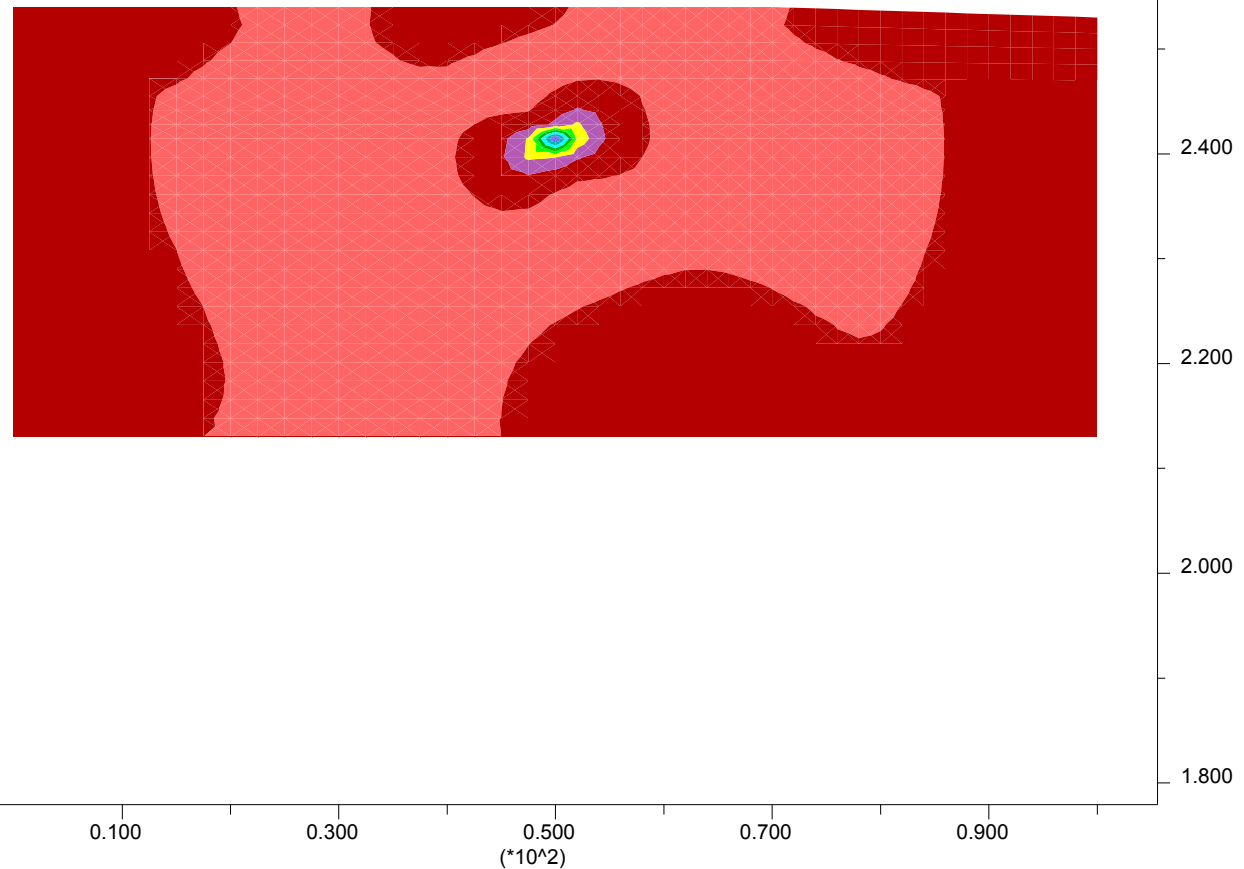
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

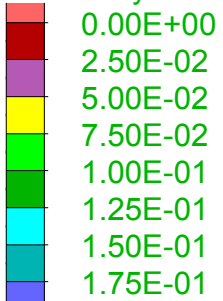
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

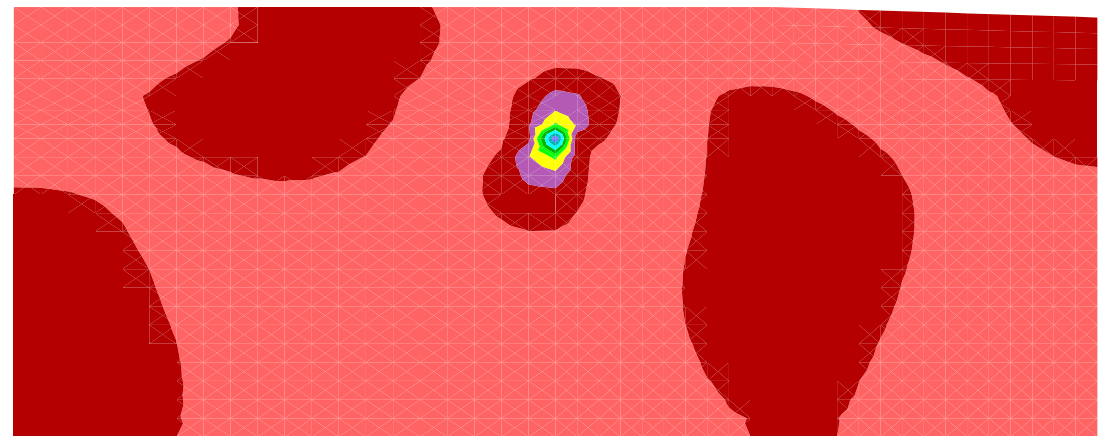
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900 (\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

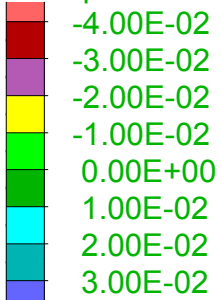
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

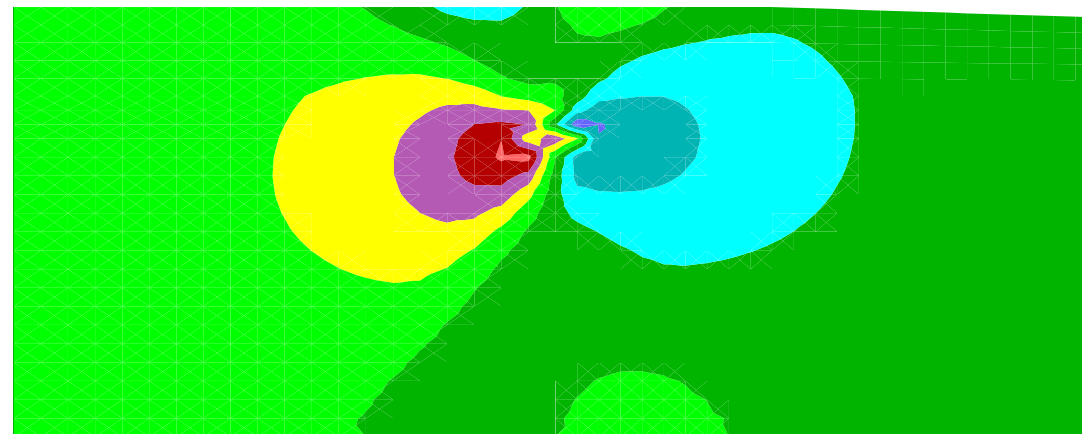
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

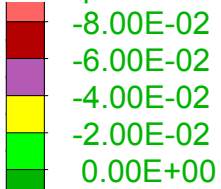
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 2.00E-02





**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

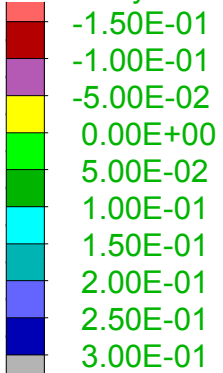
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

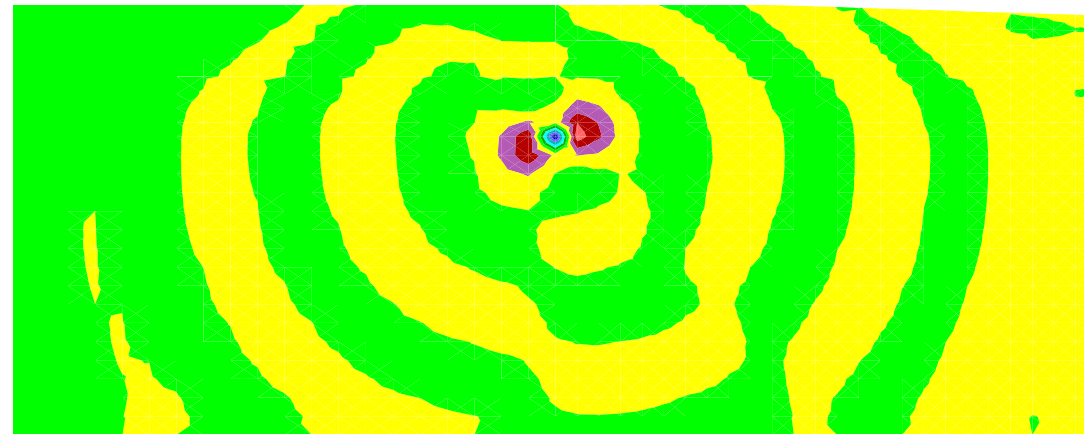
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 5.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800

2.600

2.400

2.200

2.000

1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

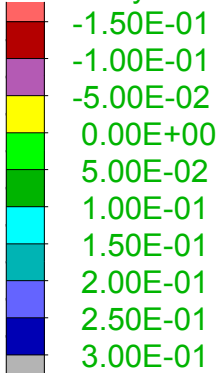
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 5.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900 (\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

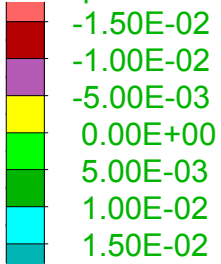
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-03



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

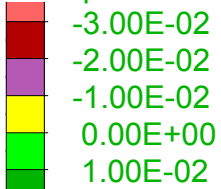
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

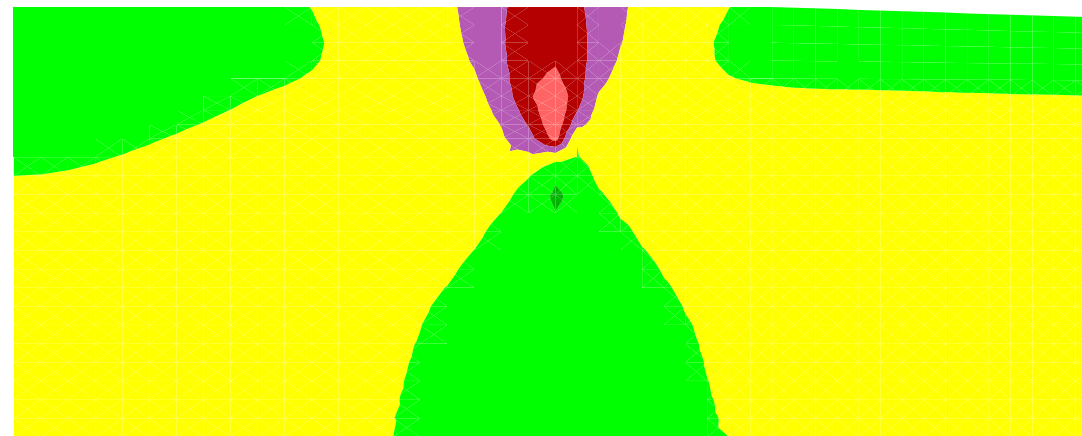
-5.556E+00 <x< 1.056E+02

1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 1.00E-02



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

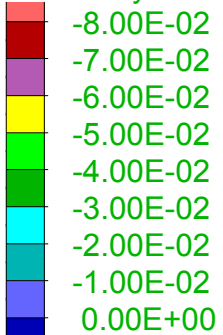
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

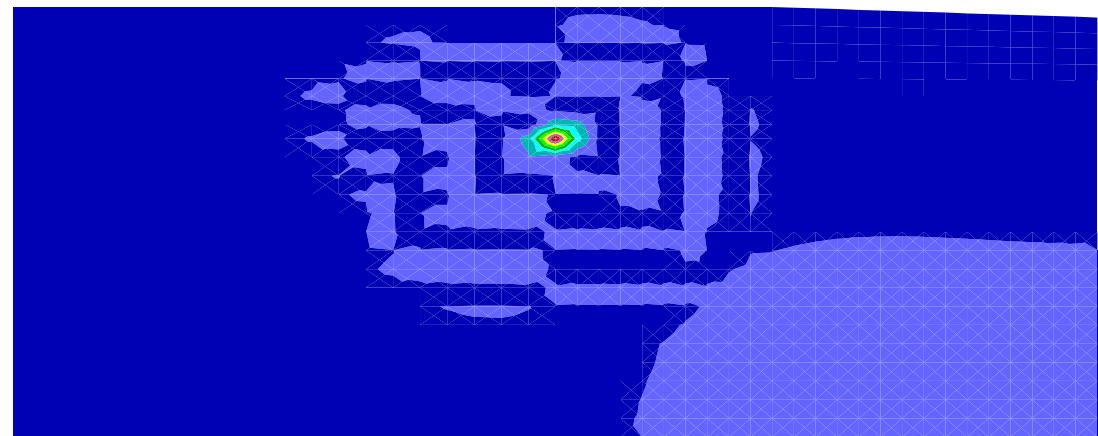
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

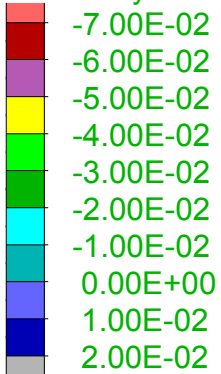
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

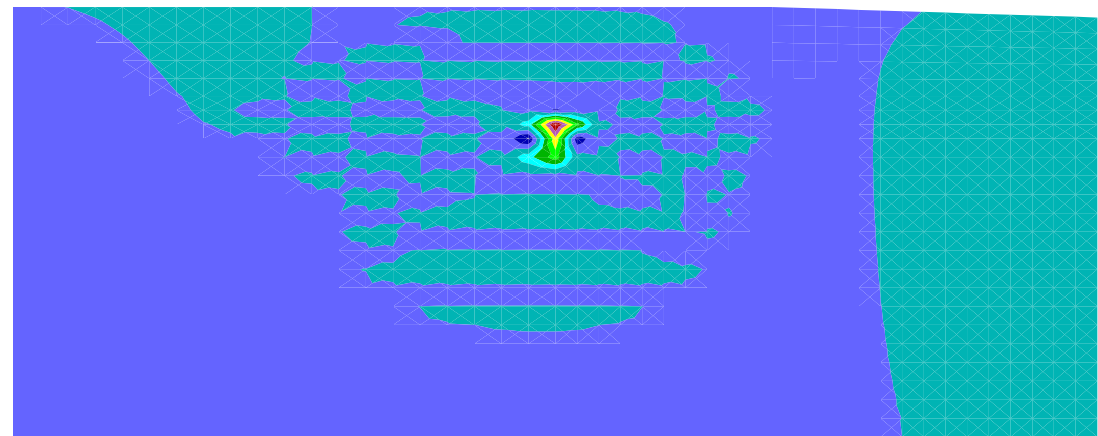
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 1.00E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

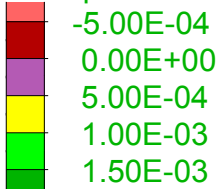
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

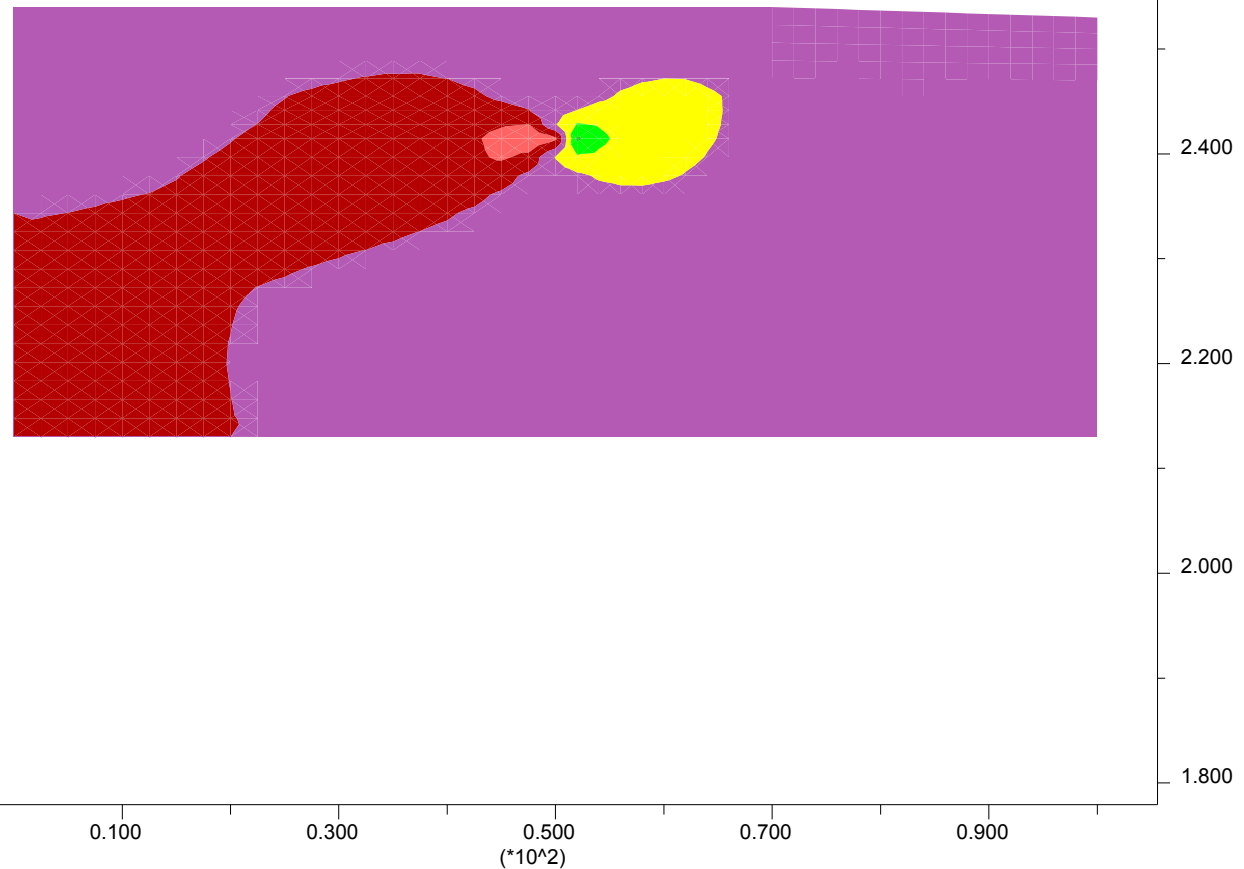
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-04

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

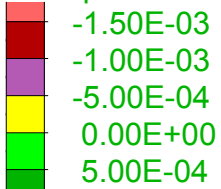
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

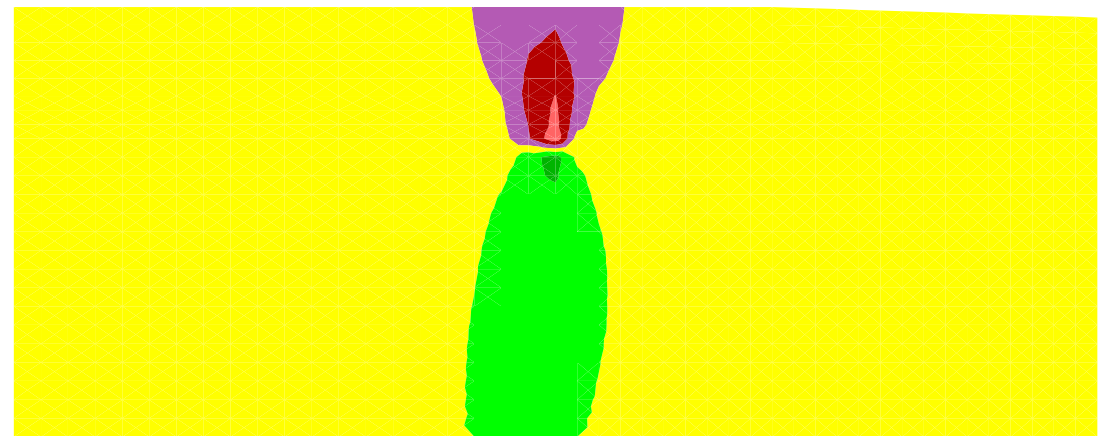
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 5.00E-04

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

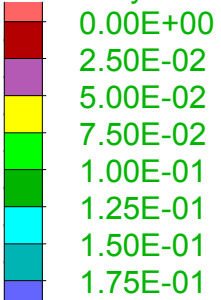
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

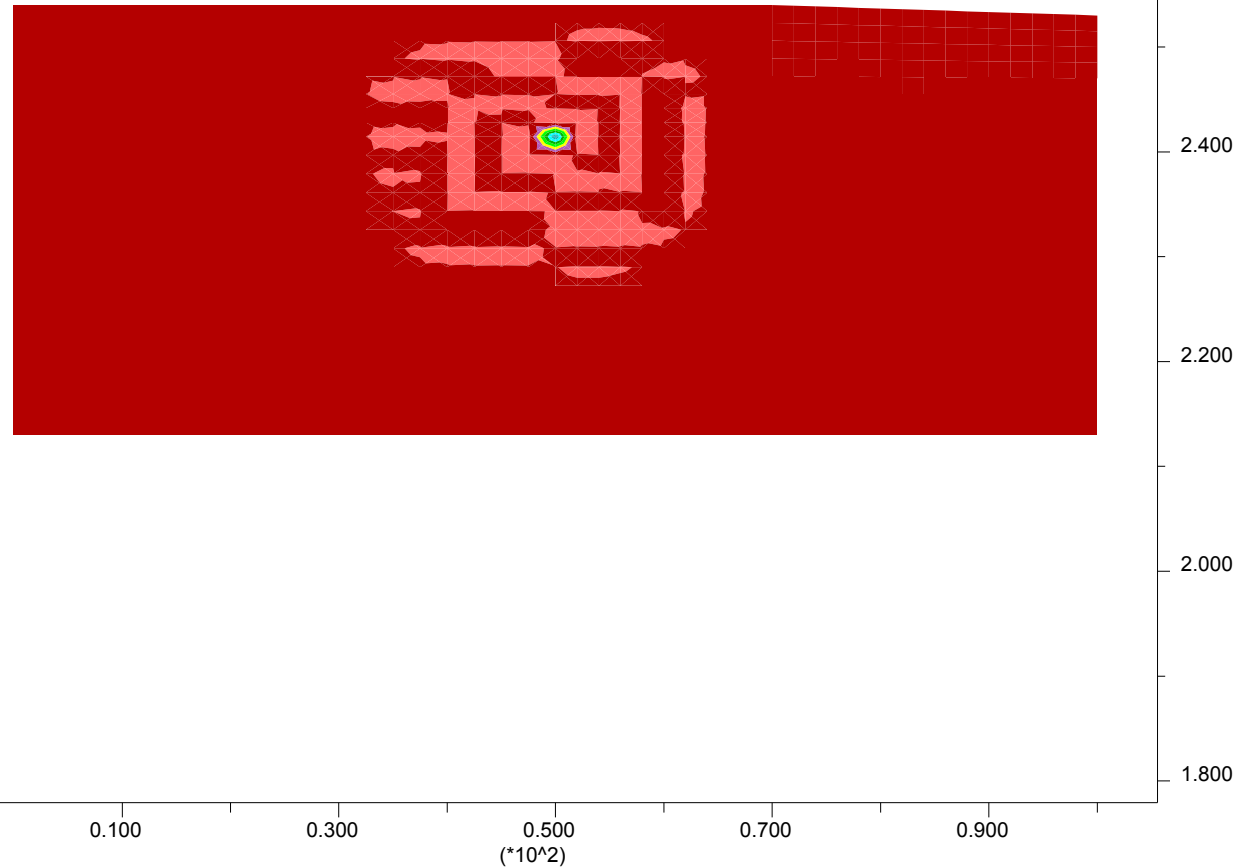
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

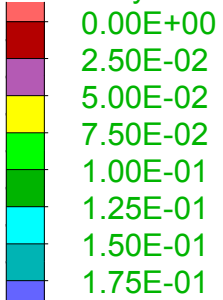
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

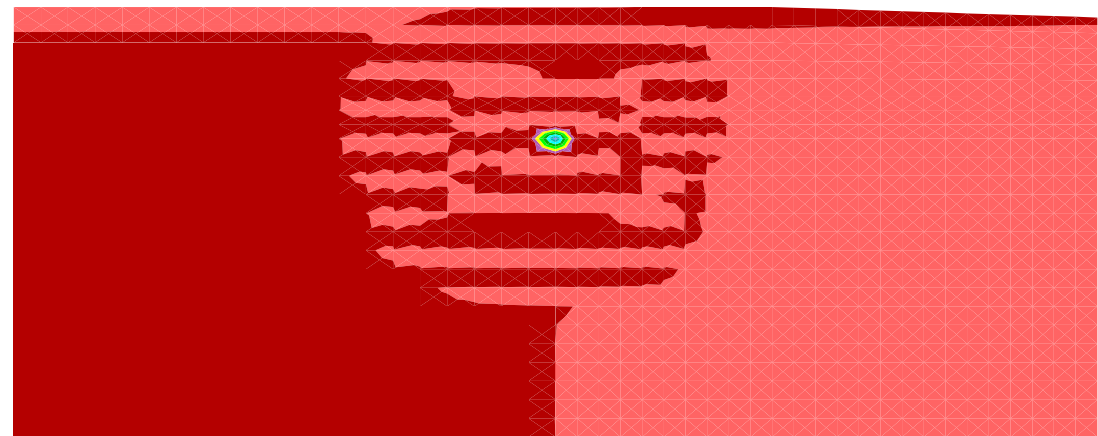
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-velocity contours



Contour interval= 2.50E-02

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10^2)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

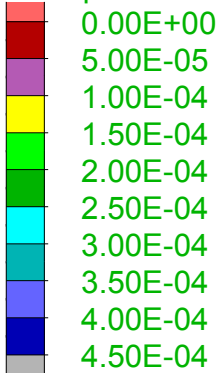
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

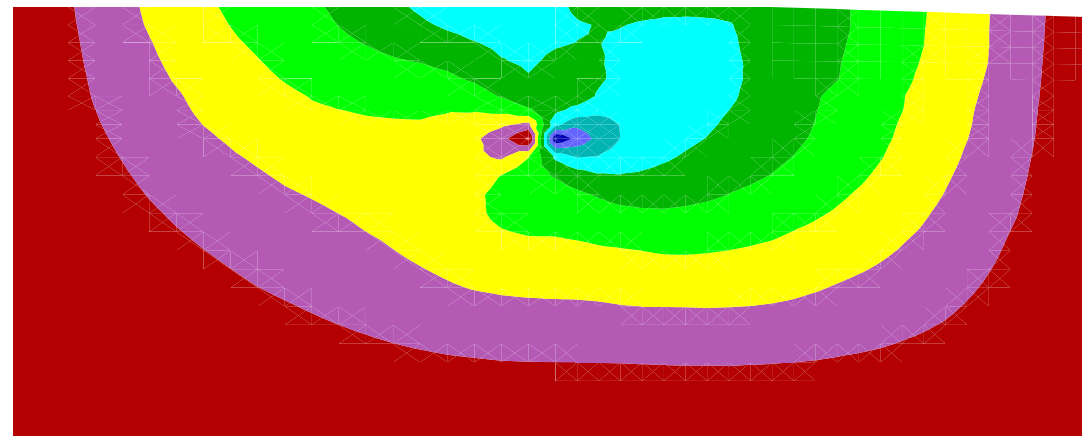
1.779E+02 <y< 2.891E+02

X-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)

2.800  
2.600  
2.400  
2.200  
2.000  
1.800

**FLAC (Version 6.00)**

LEGEND

6-Sep-13 9:56

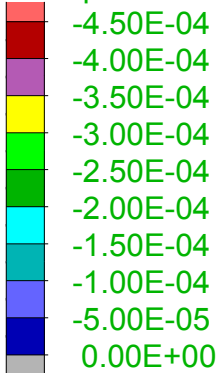
step 18183

Dynamic Time 5.0002E+01

-5.556E+00 <x< 1.056E+02

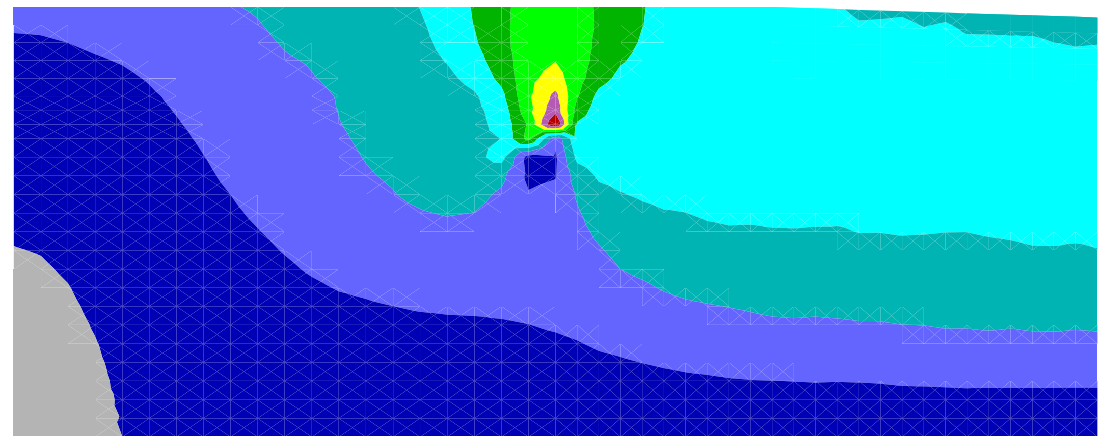
1.779E+02 <y< 2.891E+02

Y-displacement contours



Contour interval= 5.00E-05

G.U.B. Ingenieur AG  
Niederlassung Dresden



0.100 0.300 0.500 0.700 0.900  
(\*10<sup>2</sup>)