

# Simulation des Zusammenbaues und der Funktion unter Last, sowie der Optimierung einer Kunststoffmembran in einer Schmutzwasserpresse mit LS-Dyna implizit

Corinna Hautz, Richard Baier

Firma IRB GmbH, Much, Deutschland

## Summary:

- About the handling of LS-Dyna "implicit" to simulate assembly and pressure load of a plastic membrane

## Keywords:

Implizit, Kontakt, Lastkurven, Zwangsverschiebung, Drucklast

## 1 Ziel des Berichtes und Aufgabenstellung Berechnung

Mit diesem Bericht soll aufgezeigt werden, wie mit LS-Dyna implizit in sehr einfacher und effektiver Weise eine Zusammenbau- und Funktionssimulation durchgeführt werden kann.

Am Beispiel einer Kunststoffmembrane in einer Schmutzwasserpresse soll dies aufgezeigt werden.

Diese Kunststoffmembrane zeigte im praktischen Einsatz eine zu geringe Lebensdauer.

Eine Schmutzwasserpresse besteht aus 2 Hauptbauteilen: der Kammerplatte mit aufgeklebten Membranen und den Druckplatten (Bild 1). Untersucht wird die Vorspannung der Membrane durch Aufkleben auf der Kammerplatte und das Spannungsverhalten der Membrane unter den nacheinander ablaufenden Prozessen „Schmutzwasser einfüllen“ und „Schmutzwasser auspressen“. Aus den Erkenntnissen dieser Abläufe soll die Membrane im Spannungsverlauf optimiert werden.

Um diese Aufgabenstellung durchführen zu können, muß erst der eigentliche Prozessablauf in dieser zu untersuchenden Schmutzwasserpresse erläutert werden:

## 2 Funktionsweise einer Schmutzpresse

Durch das Verkleben der Membrane auf die Kammerplatte wird ein geschlossener Hohlraum zwischen diesen beiden Bauteilen erzeugt. Diese kompletten Kammerplatten (Bild 2) werden dann abwechselnd mit einer Druckplatte auf einem Rohr aufgeschoben. Die Druckplatte wird an die Kammerplatte angepresst und der neu entstehende Raum wird mit Schmutzwasser unter einem Druck von 8 bar befüllt. Die Zuflussventile werden geschlossen und der Hohlraum der Kammerplatte wird mit 16 bar Druck und sauberen Wasser befüllt. Dadurch wird das Schmutzwasser aus dem System heraus gepresst und zwischen den Noppen der Membrane sammeln sich die Schmutzpartikel des verunreinigten Wassers. Diese Schmutzpartikel bilden einen festen „Kuchen“, der nach Auseinanderfahren der Platten aus dem System fällt. Dieser Ablauf wird ständig wiederholt.

## 3 Umsetzung der Aufgabenstellung in ein FE-Modell

Da die Bauteile symmetrisch sind, wird für die Untersuchung ein Viertelmodell gewählt. Die einzelnen Bauteile werden hierbei im nicht belasteten Zustand, also auch noch nicht verklebt, aufgebaut. Die Kammerplatte liegt im Ausgangszustand bereits null auf null an der Membran-Aussenfläche an. Als Einheiten für die Berechnung werden Länge [mm], Zeit [s] und Kraft [N] gewählt. An den Schnittflächen werden die entsprechenden Symmetrie-Randbedingungen aufgebracht. Die Kammerplatte wird in der Halbfäche als fest eingespannt angenommen (Bild 2). Alle Bauteilgruppen werden durch „PART\_CONTACT“ definiert und in der Simulation über „CONTACT\_AUTOMATIC\_SINGLE\_SURFACE\_ID“ auf Kontakt überprüft.

Da bei einer impliziten Simulation mit LS-Dyna die Zeit keine reale Größe ist, wird diese als Multiplikator der Last benutzt. Auf diese Weise fällt die spätere Auswertung leichter, da die Zeit auch gleichzeitig der Lastgröße entspricht. Um die Belastungen richtig in das System einzubringen, erhalten alle Zwangsverschiebungen den Wert „1“ und die Drucklasten den Wert „0,1“. Weiterhin wird vor Aufstellung der einzelnen Lastkurven festgelegt, in welcher Reihenfolge diese in das System eingeleitet werden, um so die notwendige Endzeit zu bestimmen. Bis zu dieser Endzeit muß dann in der Simulation jede Lastkurve laufen. Die eingesetzten Kunststoffe werden mangels vorliegender Werkstoffkurven mit einem vereinfachten Werkstoffmodell in den Karten „MAT\_PIECEWISE\_LINEAR\_PLASTICITY\_TITLE“ beschrieben.

Für die Simulation der Klebung werden die Klebeflächen der Membrane durch eine Zwangsverschiebung an die Kammerplatte heran gefahren. Da die Abstände der Klebeflächen unterschiedlich sind, wird jeder Klebefläche eine eigene Lastkurve für die Verschiebung zugeordnet. In der Berechnung wird also die Membrane an die Kammerplatte herangeführt und entfernt sich damit von der Druckplatte. Da die Druckplatte im Belastungsfall aber weiterhin mit dem Aussenbereich der Membrane null auf null liegen muß, wird diese gleichzeitig über eine Lastkurve nachgeführt. Die Zuordnung der Verschiebungslastkurven ist im Bild 3 dargestellt. In LS-Dyna erfolgt die Simulation der Verschiebungen durch „BOUNDARY\_PRESCRIBED\_MOTION\_SET\_ID“

Nach Abschluß der größten Zwangsverschiebung von 8,118 mm ist die Klebung durchgeführt. Um die

Vorspannung aus der Klebung in die Belastungsberechnung einfließen zu lassen, setzt diese direkt als weitere äußere Last im gleichen Modell ein, also beim Zeitschritt 8,118s. Auch hier wird über die Zeit als Multiplikator die entsprechende Drucklast in den beiden Kammern aufgebracht, in LS-Dyna mit dem Befehl "LOAD\_SEGMENT". Im Bild 4 sind die entsprechenden Lastkurven den Druckkammern zugeordnet.

#### 4 Auswertung der Basisergebnisse

Zu Beginn der Analyse wurden folgende Vermutungen geäußert:

- die Verklebung und damit Aufspannung der Membrane auf die Kammerplatte führe bereits zu einer hohen Vorspannung, bis in den Bereich einer Vorschädigung
- die höchsten Spannungswerte würden im Klebebereich des Innenringes an der Membrane auftreten, verursacht durch die Stütznocken der Kammerplatte (wegen der Viertelsymmetrie im FE-Modell nur ein Stütznocken)

Im Bild 5 ist das System in Arbeitsposition dargestellt, die Membrane an der Kammerplatte geklebt und die Druckplatte für die Aufnahme des Schmutzwassers angepresst. Die Auswertung der Spannungsergebnisse für den Zusammenbau zeigen eine nur geringe Vorspannung in der Membrane durch die Klebung (Bild 6). Hierdurch konnte eine Vorschädigung der Membrane durch den Zusammenbau ausgeschlossen werden.

Die Spannungsergebnisse für den Lastfall „Schmutzwasser einfüllen“ ergeben Spannungsspitzen in der Membrane im Bereich der Auflagenocken (Bilder 7 und 8). Der Klebebereich des Innenringes zeigt für diesen Lastfall keine Spannungserhöhung.

Für den Lastfall „Schmutzwasser auspressen“ zeigen die Spannungsergebnisse ihr insgesamt höchstes Niveau ebenfalls im Bereich der Auflagenocken (Bilder 9 und 10), hier der Stütznocken der Druckplatte. Das Schadensbild aus der Praxis entspricht genau der Spannungsspitze der Analyse. Nur vermutete man, wie vorher beschrieben, die Ursache in anderen Punkten.

Insbesondere im Bild 10 ist deutlich der Einfluss der Nockenform in der Druckplatte auf das Verformungsverhalten und damit der Spannungsausbildung in der Membrane zu erkennen.

Die Ergebnisse dieser Basisberechnung führten zu der Erkenntnis, nicht die Membrane zu optimieren, sondern die Form der Stütznocken.

#### 5 Zusammenfassung

Mit dem Einsatz von LS-Dyna implizit konnte in einfacher und schneller Weise Einblick in ein geschlossenes System gefunden werden, von dem man wußte wie es funktioniert, aber nicht wie sich die Bauteile unter Last zueinander verhalten. Und mit den Erkenntnissen aus dieser Simulation konnte das System an der richtigen Stelle effektiv verbessert werden.

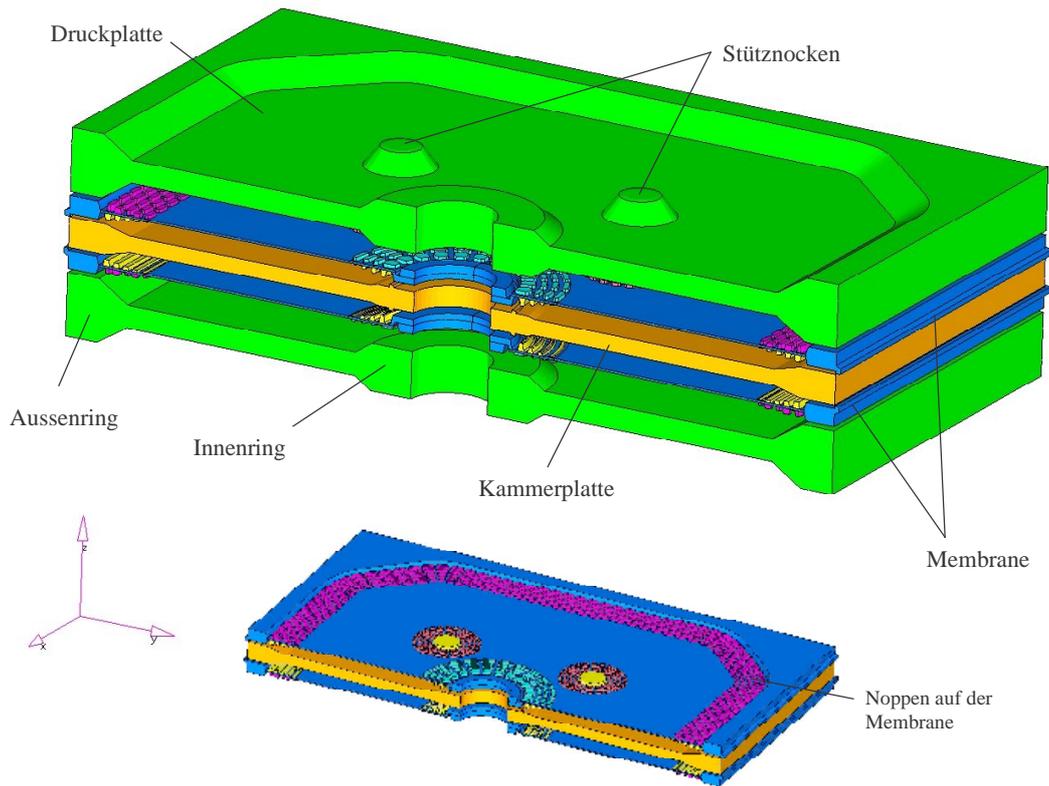


Bild 1

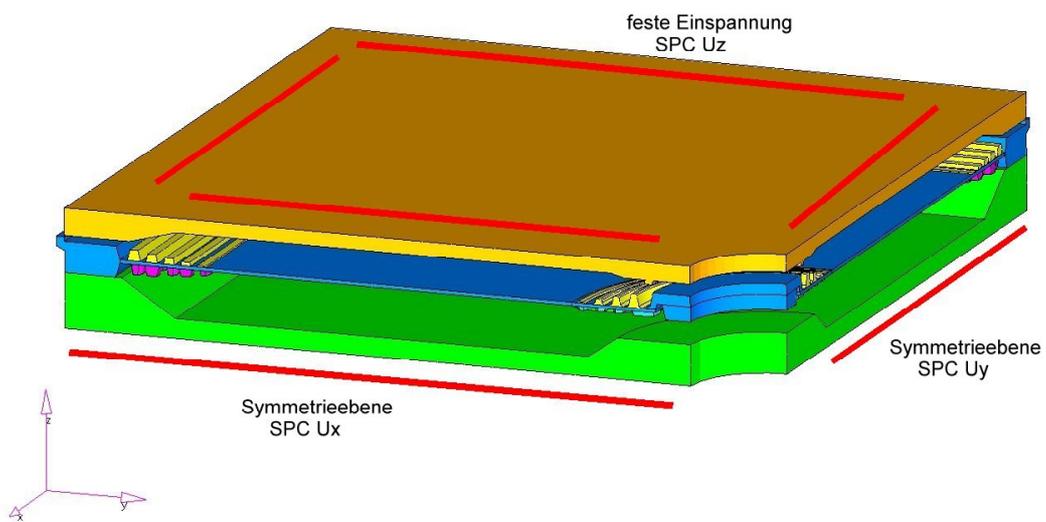


Bild 2

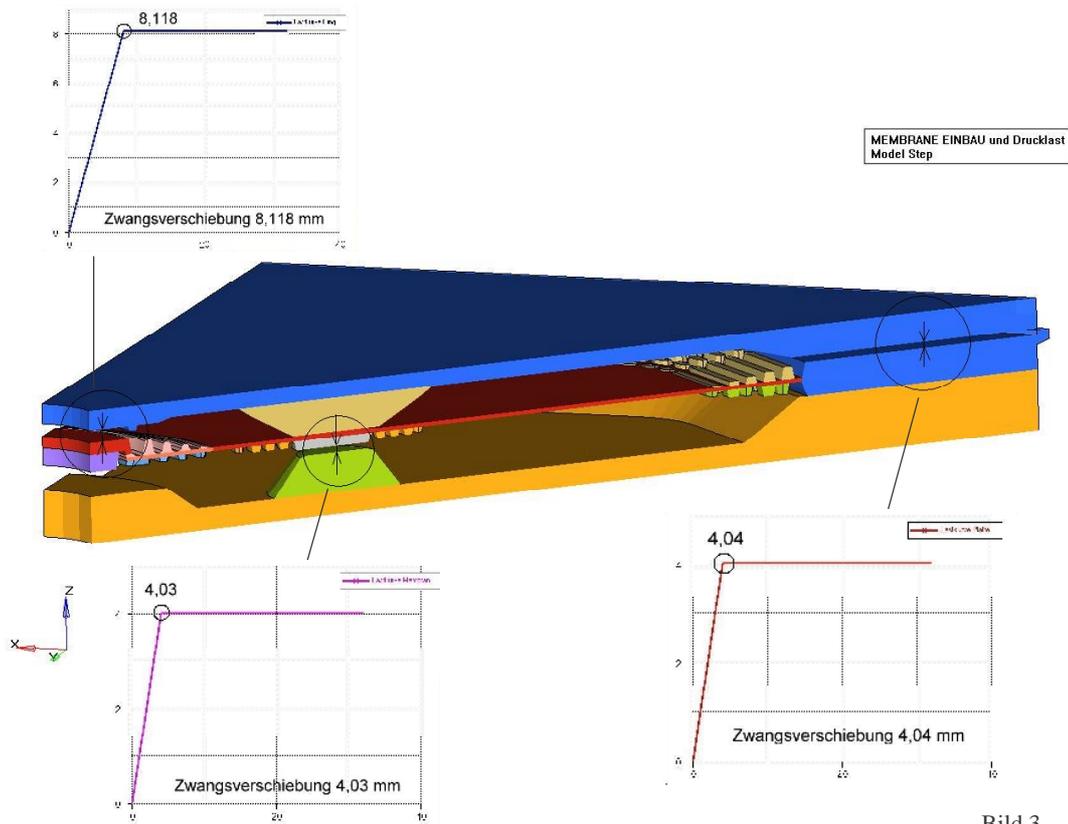


Bild 3

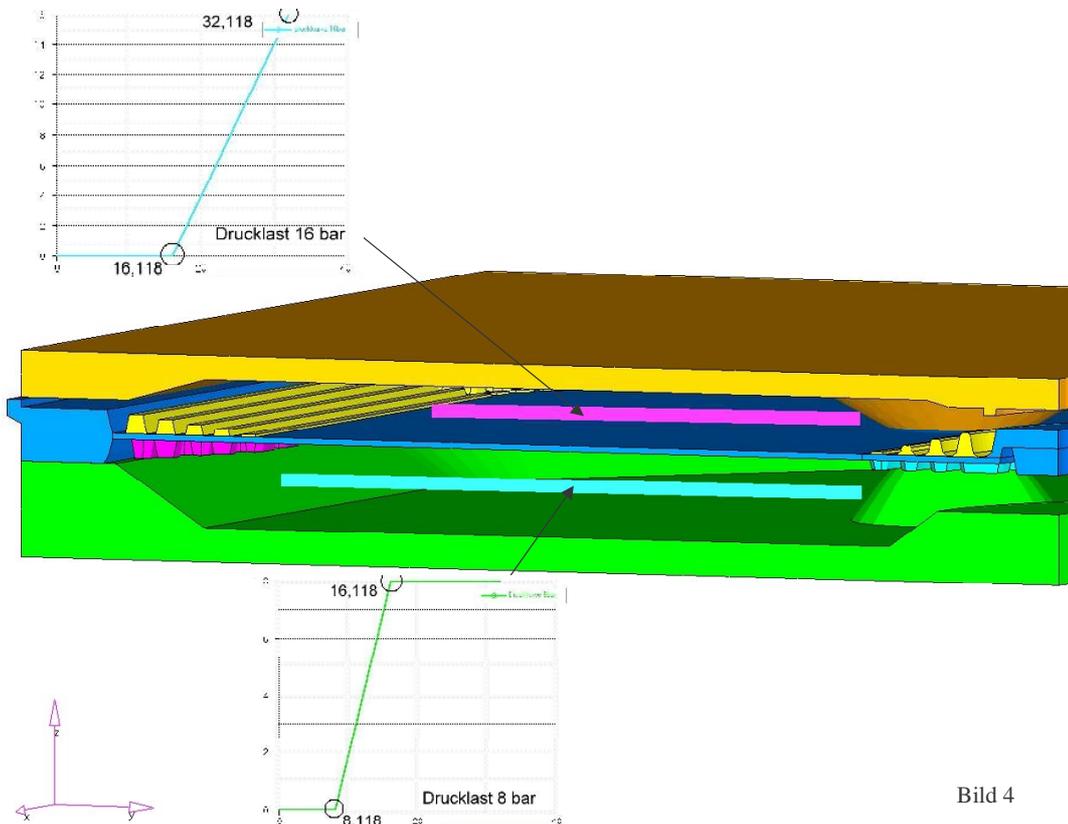


Bild 4

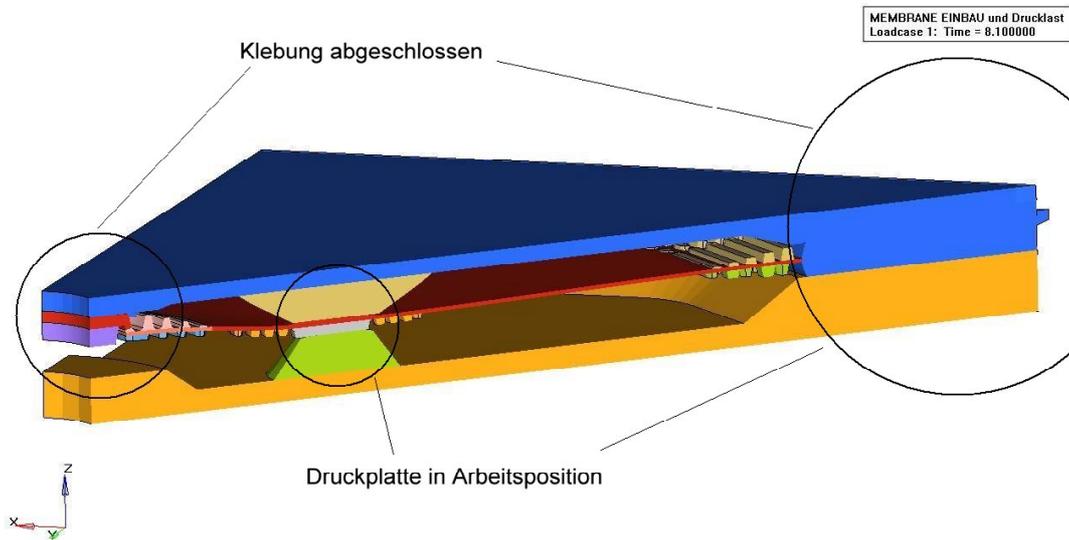


Bild 5

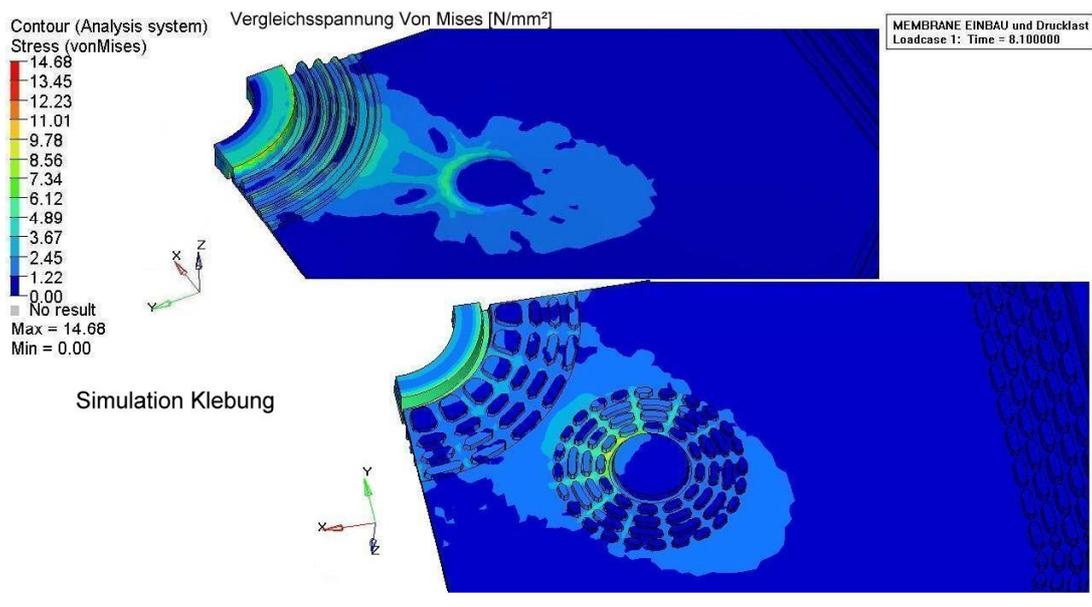


Bild 6

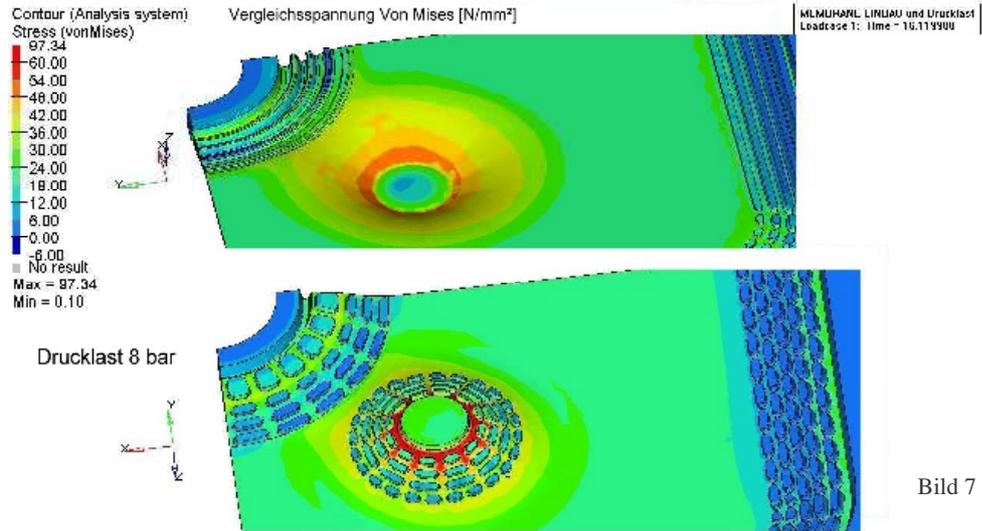


Bild 7

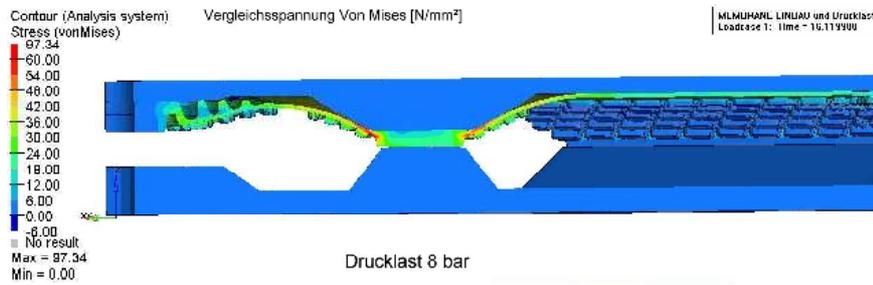


Bild 8

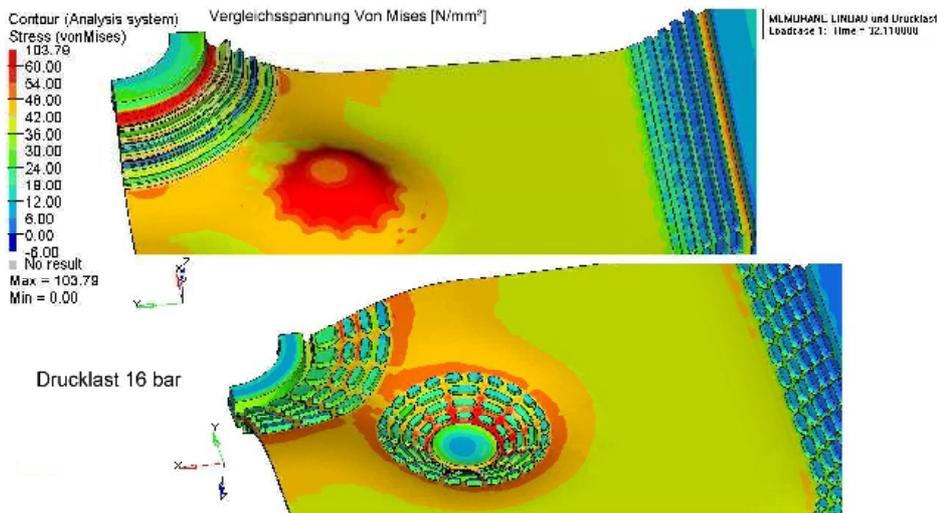


Bild 9

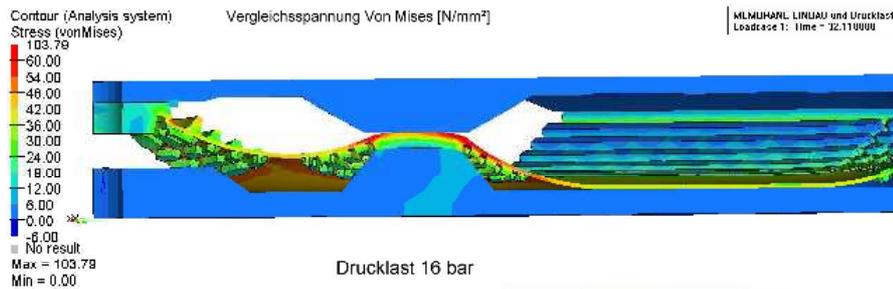


Bild 10

