

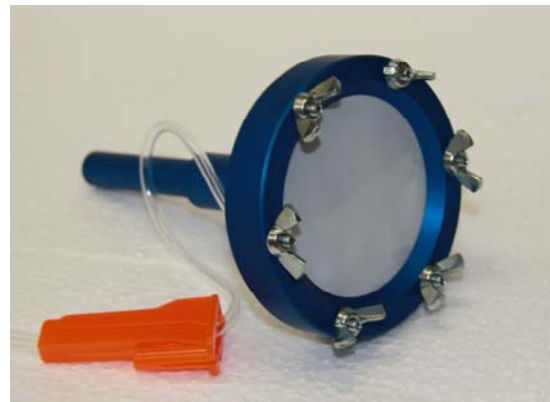
# Anwendung der Druckmessfolie zur Messung in Wasser

## Anwendungsbeispiel: Messung von Stoßwellen

Die Messung von Stoßwellen in Wasser ist ein schwieriger Prozess, da es kaum geeignete Sensoren gibt. Zwar sind die Drucksensoren von Dr. Müller Instruments (Nadelsonde und Sensoren M) in der Lage diese Wellen zu vermessen, will man jedoch die gesamte Druckverteilung z. B. im Fokus eines z.B. Nierensteinzertrümmerers erfassen, muss man Punkt für Punkt den Druck bestimmen.

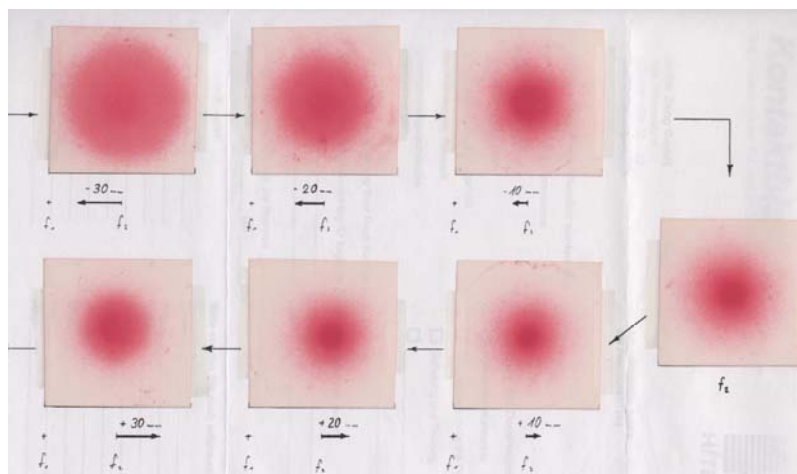
Mit dem Einsatz der Druckmessfolien Prescale erfasst man dagegen den gesamten Druckraum mit nur einer Messung. Dass dies tatsächlich mit den Druckmessfolien funktioniert hat uns selber erstaunt, da die Anstiegszeit einer solchen Stoßwellen bei ca. 1 ns liegt und die gesamte Dauer des Druckpulses bei nur einigen Mikrosekunden. Dennoch ist es möglich, mit den richtigen Hilfsmitteln, eine saubere Darstellung der Stoßwellen durchzuführen.

Wir verwendeten dazu einen Unterwasserhalter, den wir für diese Anwendung extra entwickelt hatten. Denn es ist wichtig, dass die Druckmessfolien auf einer schallharten Wand sauber aufliegen. Da die glänzende glatte PET-Seite der Folie wasserfest ist, wurde die matte Seite auf die Rückwand gelegt und gegen Eindringen von Wasser abgedichtet. Die Luft unter der Folie wurde mit dem Mund über einen kleinen Schlauch mit Absperrventil abgesaugt.



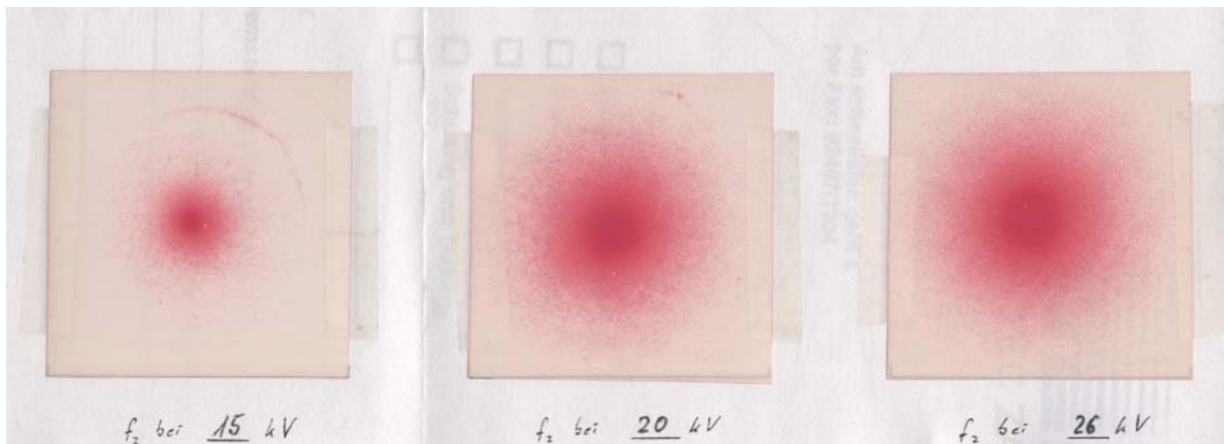
Druckmessfolienhalter für Unterwasser

Der Halter wurde im Wasser so platziert, dass die Stoßwelle die Folie frontal trifft. Die Ergebnisse die sich zum Beispiel im Fokussierungsfeld entlang der Achse des fokussierenden Ellipsoids ergeben, sehen sie im folgenden Bild.



Der Fokussierungsprozess ist klar zu erkennen. Die Druckverteilung deutlich dargestellt. Verwendet wurde hier die Folie vom Typ HS. Klar zu erkennen ist zudem, dass der wahre Stoßwellenfokus hinter dem Geometrischen liegt. Dieser Effekt und auch die hinter dem Fokus nur geringe divergente Druckverteilung liegt an dem nichtlinearen Verhalten der Stoßwellen, bei denen die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Wasser mit zunehmendem Druck zunimmt.

Generell ist zu erwarten, dass bei so kurzen Belastungen die Rotfärbung schwächer ist als bei einer Belastung von 10 Sekunden. Dies ist auch so, jedoch ist bei anderen industriellen Anwendung dies kein so großer Einfluß. Hier jedoch ist die Abschwächung gegenüber längeren Belastungen etwa 50%. Da in unserem Beispiel die Stoßwelle jedoch von der schallharten Wand zurückgeworfen wird und es damit zu einer Verdopplung des Drucks an der Wand kommt, passen am Ende die Ergebnisse der Rotfärbung der Folie sehr gut zu den Messungen mit der Nadelsonde. Nur der Zentralbereich der mittleren 5 mm gehen in die Sättigung und erreichen damit die 130 MPa. Im Fokus ist der Druck noch etwas höher, konnte aber durch die Folie nicht mehr dargestellt werden.



Im zweiten Beispiel haben wir ebenfalls im Fokus gemessen und die Ausgangsenergie variiert. Man kann auf den ersten Blick die Verbreiterung des Drucks im Fokalbereich erkennen. Da die Folie im Zentrum in die Sättigung geht wäre es noch besser gewesen, man hätte zwei Folien übereinandergelegt, nämlich die HS und die HHS Folie, um den wahren Spitzendruck im Fokus zu erhalten. Dabei hätte man die hintere Folie mit einen Nadel durchlöchern müssen, um nicht nur die Luft hinter den Folien, sondern auch zwischen den Folien abzusaugen. Das würde auch gelten für Messungen in niedrigeren Druckbereichen bei denen die zweischichtigen Folien zum Einsatz kommen.

Als Alternative zum obigen Messfolienhalter kann man je nach Einsatz die Folien auch zwischen Kunststofffolien einlaminiieren. Wichtig ist aber auch hier auf den harten Hintergrund zu achten.