

## Abdichtung der Hibon-Flasche (Wasserstoff-Booster)



Dichtheitsprüfung mit Rasierschaum um Manometer und Anschluss Deckel-Glasflasche



Rasierschaum auch im Anschluss Glasflasche-Basis ergibt keine Undichtigkeiten, also:  
Undichtigkeit muss im Bereich der PEM-Dichtung innerhalb der Basis sein.



Erster Versuch: O-Ring in Winkel PEM/Gehäuse klemmen



Das funktionierte erst mal gut bis 3 bar Druck, aber nach einiger Zeit ist nur noch Druckaufbau unter 1 bar möglich bedingt durch starken Wasseraustritt in den unteren Behälter, also mehr Verluste als vorher ohne diese Dichtung.

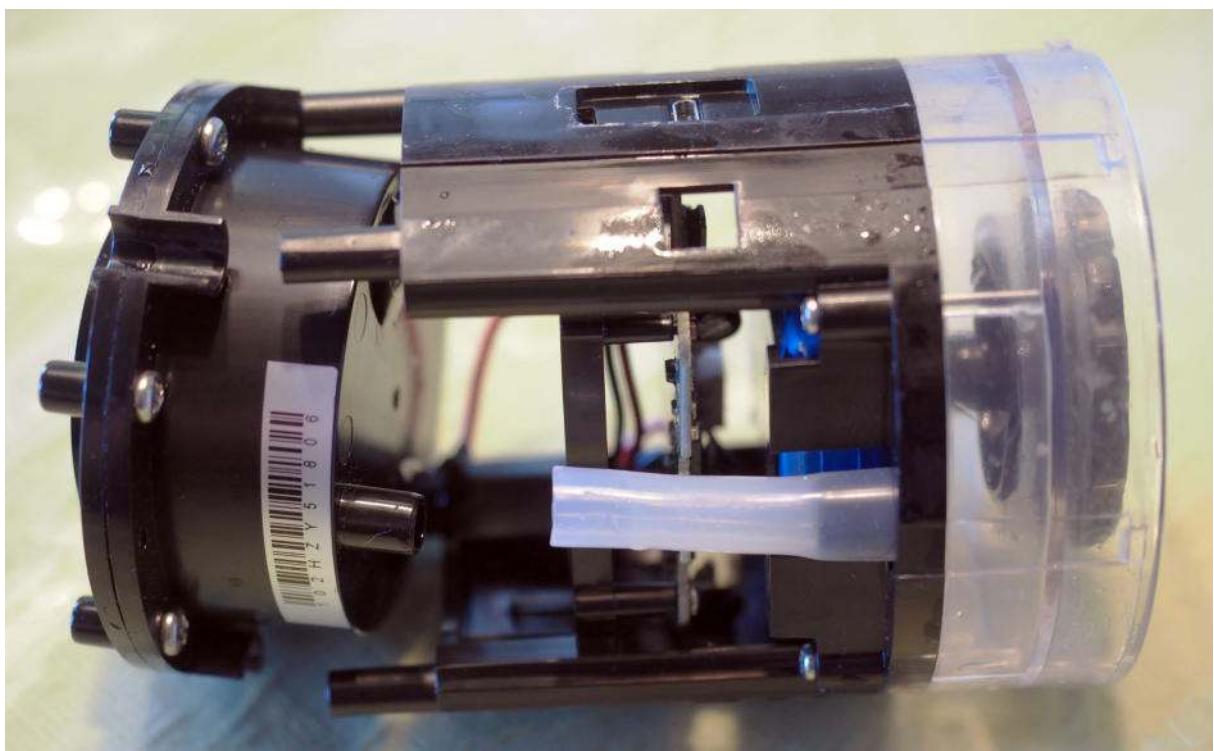
Die Abdichtung dieser Stelle hat also vermutlich den Druckaufbau an anderer Stelle erhöht und zu einer weiteren Undichtigkeit geführt.



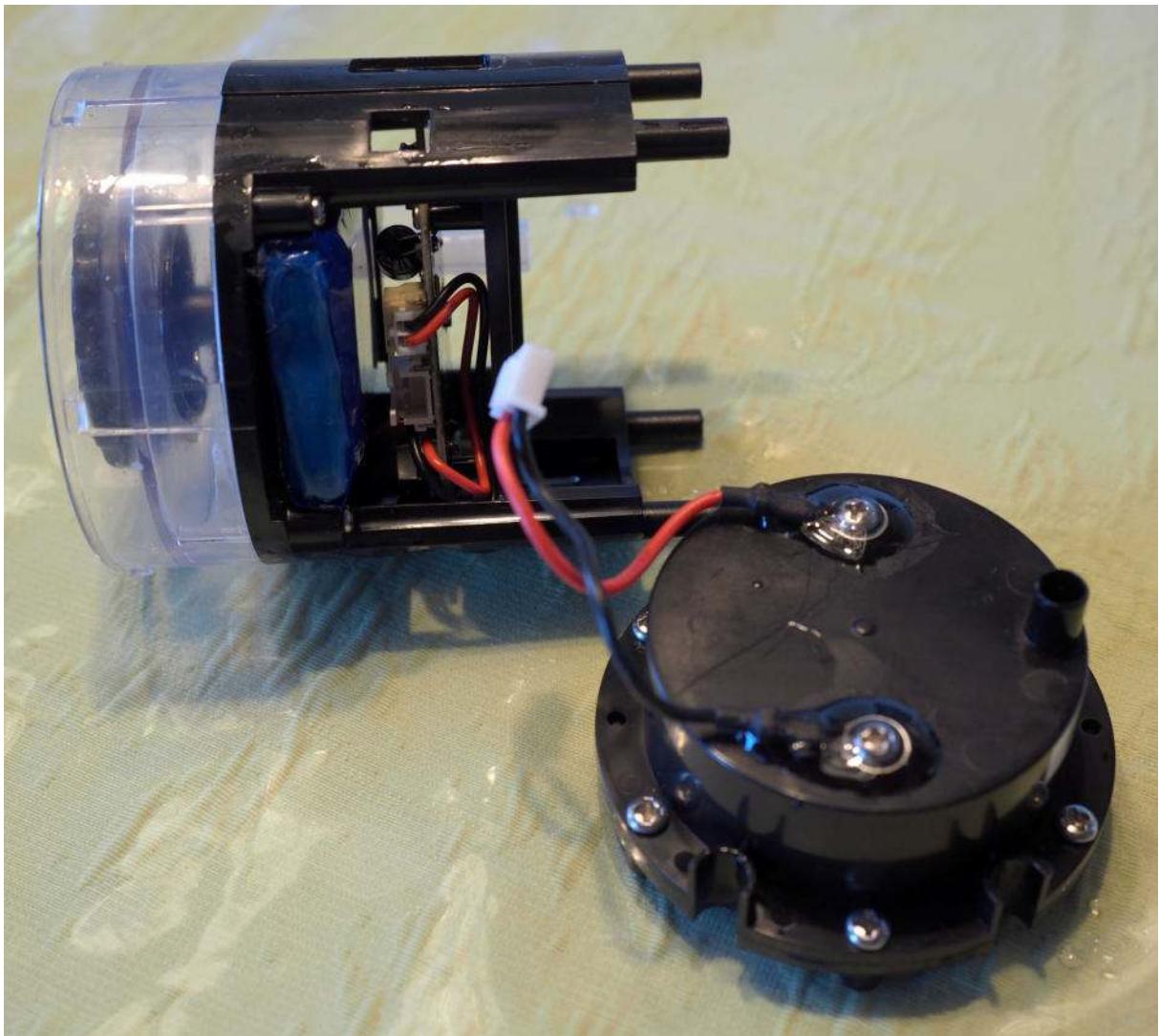
Daher habe ich die Basis geöffnet, um dort weiter nach Leckagen zu suchen: Silikon-Stopfen der 4 Gehäuseschrauben entfernen, aufschrauben und weißes Gehäuse nach oben abziehen

Anmerkung:

Die im linken Bild lose aufliegende Flachdichtung (EPDM, Baumarkt) empfiehlt sich generell zwischen Basis und Glasflasche einzulegen. Die dünne Silikon-Dichtung in der Nut ist (absichtlich?) nicht für höhere Drücke ausgelegt.



PEM-Modul vom Ablaufschlauch lösen und Elektro-Anschluss ausstecken



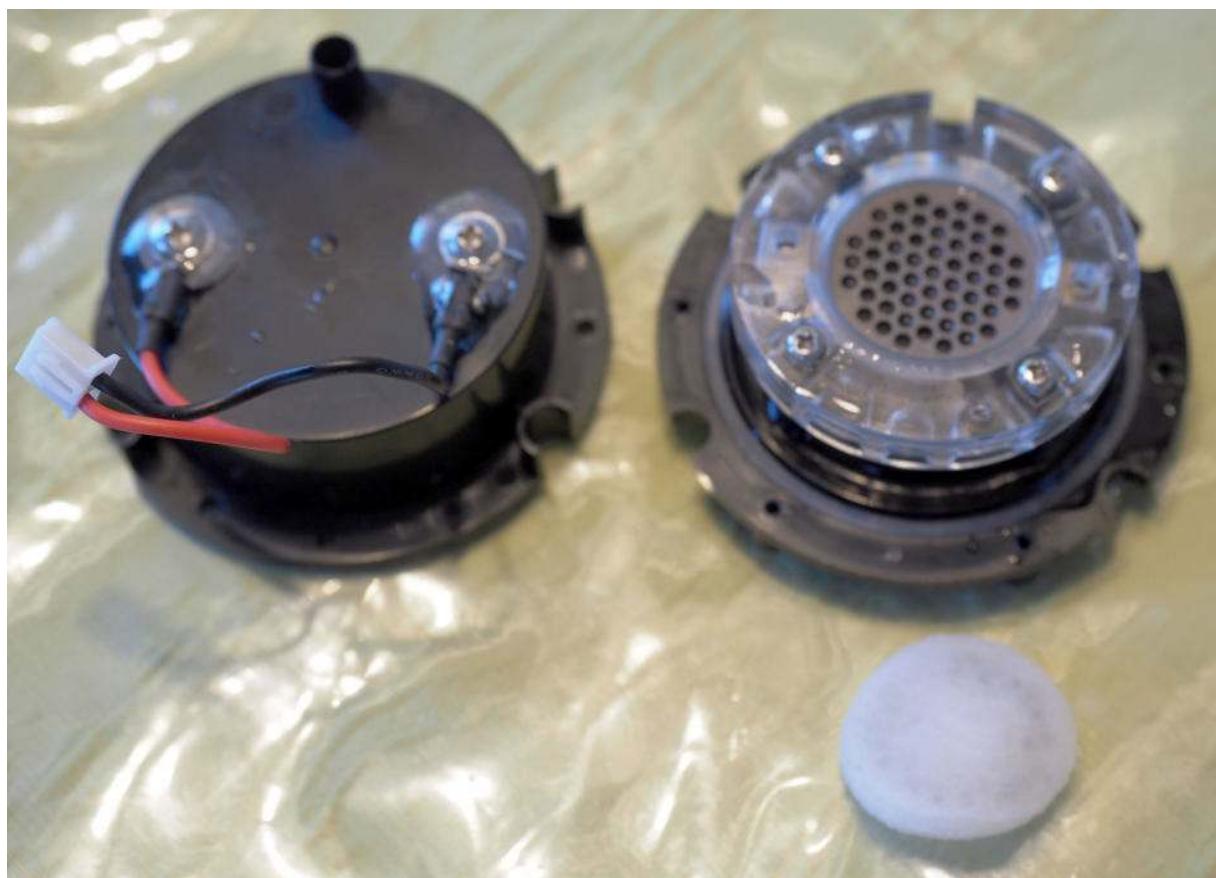
Alle sechs Schrauben der PEM-Dose entfernen und die zwei Schrauben an den Elektro-Zuleitungen lösen.

Achtung (!!) Diese sind verklebt (wegen Dichtigkeit) und nur schwer zu lösen.

Trick: einer presst Kreuzschraubenzieher stark in die Schrauben, ein anderer dreht Schraubenzieher mit Rohrzange ruckartig auf. Oder vermutlich besser erst den Klebstoff so weit wie möglich mit einem Messer entfernen. (Ich hatte nicht registriert dass die Schrauben hart verklebt worden waren.



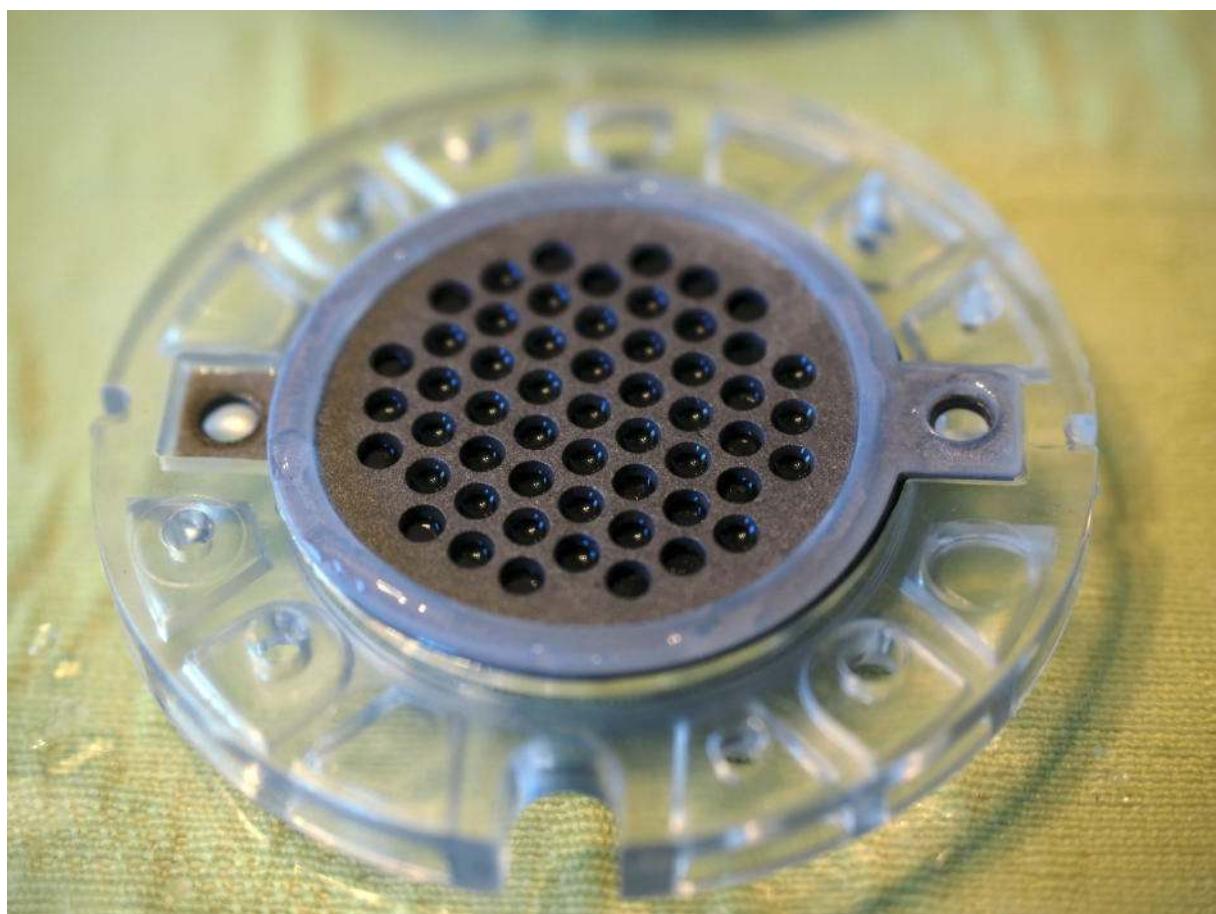
PEM-Kapsel geöffnet, rechts: Vlies-Pad zur Befeuchtung auf der PEM-Einheit



Pad entfernt



Rechts: PEM-Einheit mit 4 Schrauben auch abgelöst. Links die verklebten Schrauben von der anderen Seite gesehen. Diese Schrauben haben keine dichtende Funktion und sind reine Strom-Leiter zu den beiden Metallscheiben an der Membrane



Detail: PEM-Einheit, Eisenplatte oben mit elektrischer Anschluss rechts und zweite Eisenplatte unten mit elektrischer Anschluss links, beidseitige Silikon-Dichtung, dazwischen PEM-Membran



Dto.

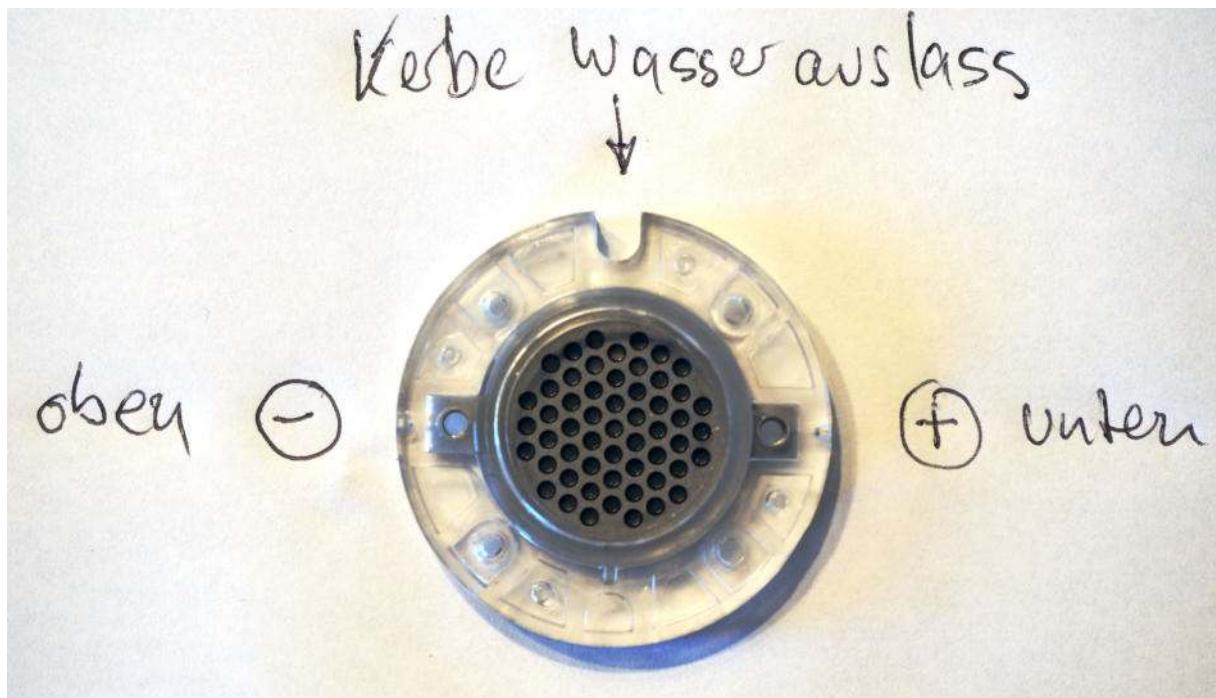


PEM-Einheit getrennt, links Kathode mit aufliegender PEM-Membran, rechts Anode.  
(Membran könnte der Farbe nach Nafion N324 oder Nafion N424 (ca. 0,45 €/cm<sup>2</sup>), das neue Nafion N438 ist dagegen grau (ca. 0,55 €/cm<sup>2</sup>).

**Ganz wichtig:** Die Cathode der Folie ist rauher und muss nach oben zur Wasserseite zeigen, also mit dem Minus-Pol 8schwarz) verbunden werden. Die Anode der Folie ist glatter und glänzender und muss zur Luftseite zeigen und an den Plus-Pol (rot) angeschlossen werden

Die PEM-Membran liegt lose zwischen den beiden Metallplatten mit Löchern und wird nur durch die 4 Schrauben im Kunststoffgewinde zusammengepresst und so abgedichtet. Das ist eine mögliche Schwachstelle, da sich der Kunststoff ggf. entspannt (also durch Kriechen relaxiert) und dann Wasser zwischen Membran und Metall an den Rändern austreten kann.

Die Hoffnung ist, dass dies bei erhöhtem Anpressdruck nicht (mehr) passiert, daher soll die Dichtung auf die die Membran (zusammen-)gepresst wird mit Silikon unterfüttert werden ...

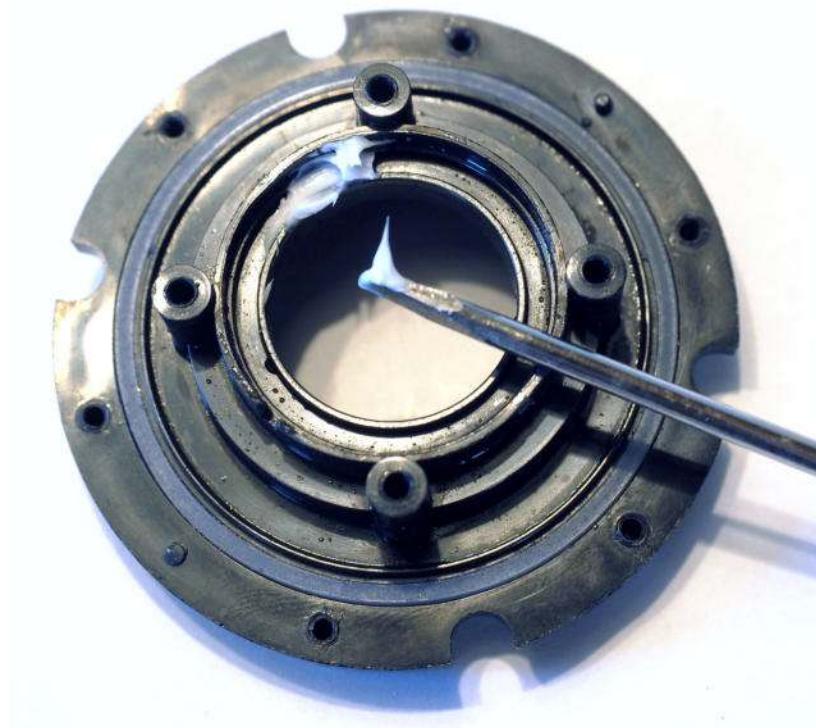


Angaben für den Zusammenbau, Eine fehl-Polung ist nicht möglich wegen der kleinen Nase gegenüber der Wasser-Auslass-Kerbe

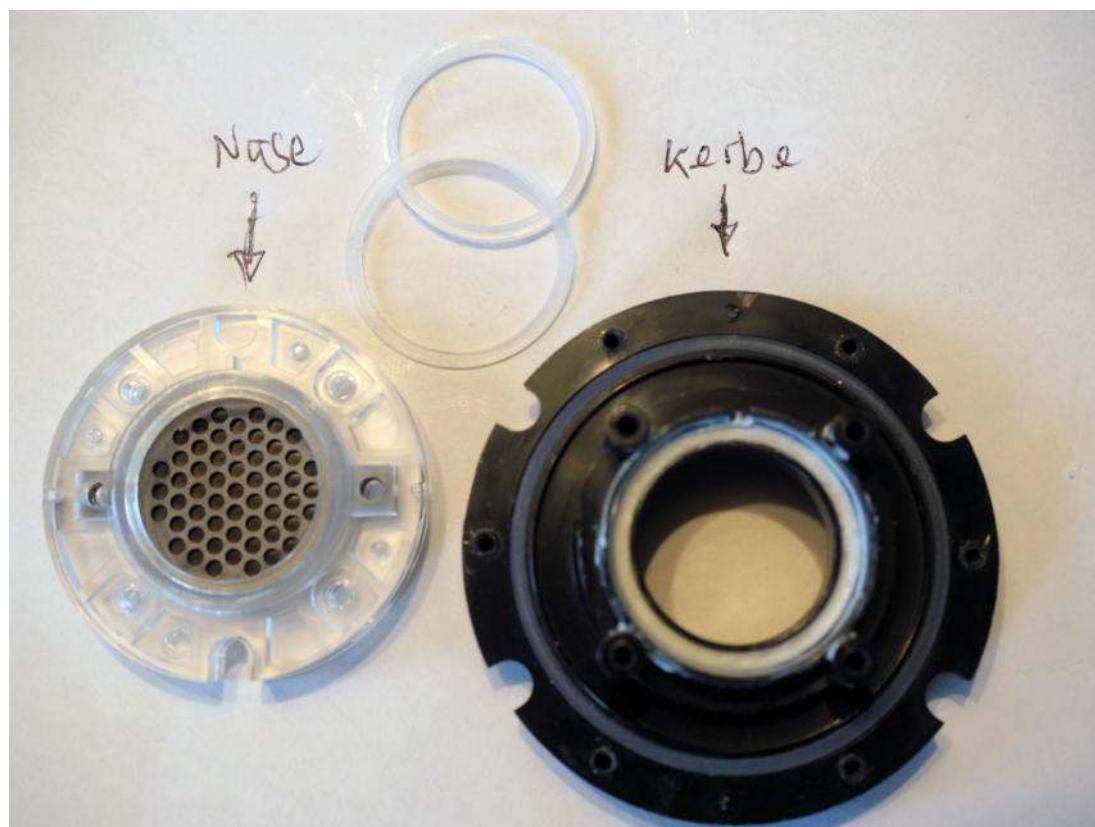


Ausbau der Silikon-Dichtungen auf welche die PEM-Scheiben gepresst wird,  
Achtung: die Dichtung besteht aus zwei durch den Gebrauch miteinander verklebten Ringen!

Das ist die zweite mögliche Schwachstelle für Undichtigkeiten: ist diese Dichtung zu dünn oder mit der Zeit zu dünn geworden werden auch die Metallscheiben nicht mehr stark genug auf die PEM-Folie gepresst. Darin vermute ich die Leck-Ursache.



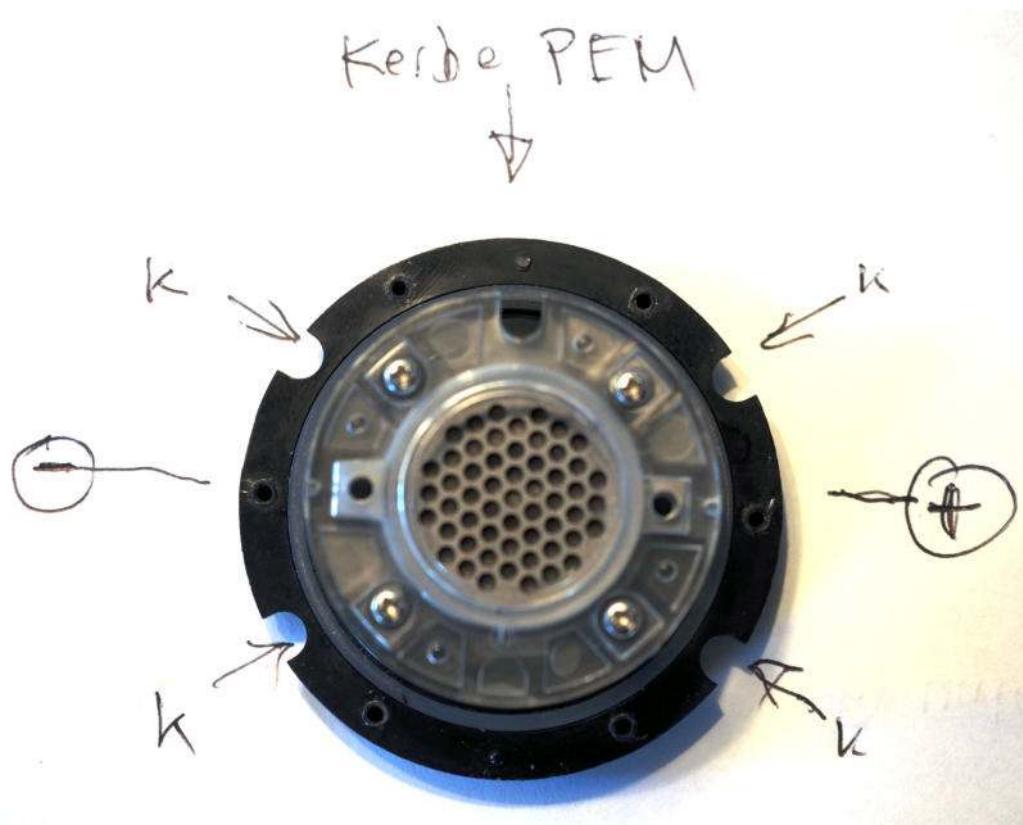
Idee für ein „Workaround“ um die Dichtung faktisch dicker zu machen: Zusätzliche Abdichtung durch Bad-Silikon (Baumarkt) in der Dichtungs-Nut. Die Original-Dichtung wird dann in das weiche Silikon gedrückt, aber nicht ganz bis zum Boden so dass eine Unterfütterung verbleibt, die dann vor der Montage erst aushärten lässt.



Zunächst wird die Nut mit flüssig-Silikon ausgefüllt und Überschüsse mit Küchenpapier entfernt



Dann die erste Dichtung in Silikon-gefüllte Nut mit dem Finger eindrücken/einstreichen, überschüssiges Silikon wieder mit Küchenpapier entfernen. Dichtung aber nur bis ca. halbe Nut-Tiefe eindrücken



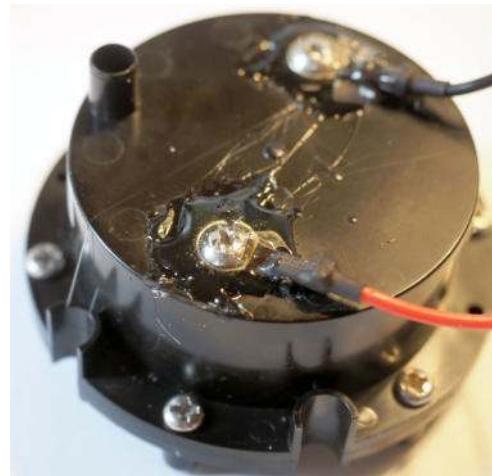
Dann zweite Dichtung und PEM wieder aufsetzen, darauf achten dass Nase am transparenten Teil in die Aussparung am schwarzen Teil passt.

**Wichtig:** Jetzt die 4 Schrauben, die alleine für die Abdichtwirkung verantwortlich sind, nur soweit anziehen, dass ein ca. Messerrücken-breiter, gleichmäßiger Spalt zwischen dem schwarzen und transparenten Teil verbleibt. Dann ausgequollenes Silikon mit Küchenpapier abwischen und das Ganze unbedingt mindestens über Nacht so aushärten lassen.

**Diese vier kleinen Schräubchen müssen den gesamten Wasserdruck auf das PEM-Element über Zug in den schwarzen Kunststoff ableiten!** Bei 4 bar Druck sind das immerhin 13 kg die an den 4 Schräubchen ziehen und den Dichtschlitz erweitern wollen. Und selbst wenn die Schrauben perfekt halten würden und der Kunststoff sich nicht dehnt muss die darüber liegende Dichtung dauerhaft eine Druckspannung (Druckverformungsrest) von mindestens 15 kg garantieren, was mir bei der dicke der Dichtung ausgeschlossen erscheint.

Am nächsten Tag die 4 Schrauben anziehen und alles wieder zusammenbauen. Dabei wie beim Montieren von Autorädern vorgehen, d.h. jeder Schraube erst gleichmäßig leicht und in jedem weiteren Schritt gleichmäßig etwas fester anziehen, zwischen den Schritten einige Minuten warten, damit sich das Silikon ggf. besser verteilen kann. Schließlich alle fest anziehen

Die Schwarze Wasser-Auffangwanne auch wieder aufsetzen und die zwei Schrauben zur Spannungsübertragung nur sanft (!) anziehen. Diese haben keine Dichtfunktion und ein festes Anziehen zerbricht die Auffangschale.



Die zwei Schrauben an den Spannungsanschlüssen anschließend auch wieder abdichten (z.B. mit Uhu-Hart, muss nicht druckgeständig sein.

Bild links: alten Klebstoff entfernt,

Bild rechts: neu verklebt.

Zum Verkleben Schraube locker lassen und Klebstoff auch unter die Lasche und zwischen Lasche und Schraube fließen lassen, Dann schrauben nur sanft anziehen und erhärten lassen.

Sind diese Stellen nicht dicht, kann Wasser aus der Auffangwanne in die Elektronik laufen

Anmerkung: Feilt man die Nase am PEM-Element ab und montiert die dann die PEM-Einheit gewendet (also mit umgekehrter Polarisation der Membran so wir Ozon-Wasser erzeugt und das H2-Gas geht nach unten ab. Vielleicht bekommt man so ein Gerät um Wasser für die Reinigung und zum Gemüse-Auffrischen, falls das jemand braucht?