



Einsatz von hydrophoben PTFE-Membranen zur Wasserabscheidung

Eigenschaften von PTFE

Polytetrafluorethylen oder PTFE ist ein synthetisches Fluorpolymer aus Tetrafluorethylen. Dieses Material ist bekannt für seine chemische Beständigkeit, thermische Stabilität und hervorragende Hydrophobie. PTFE ist ein einfaches Polymer, welches aus den zwei Elementen Kohlenstoff und Fluor besteht. Die kovalenten Verbindungen C-C und C-F sind extrem stark. Außerdem ist Fluor das elektronegativste Element im Periodensystem, welches seine Elektronen nicht freigibt. Aus diesem Grund besitzt PTFE eine niedrige Oberflächenenergie. Flüssigkeiten mit hoher Oberflächenenergie, wie z.B. Wasser, können nur erschwert die Oberfläche benetzen, was zu der guten Hydrophobie von PTFE führt. In einem speziellen Herstellungsverfahren werden expandierte PTFE-Membranen (ePTFE) hergestellt, welche eine stark verdichtete Struktur und trotzdem eine 85%-Porosität aufweisen. Diese Membranen sind sehr atmungsaktiv und definierten Poren.¹

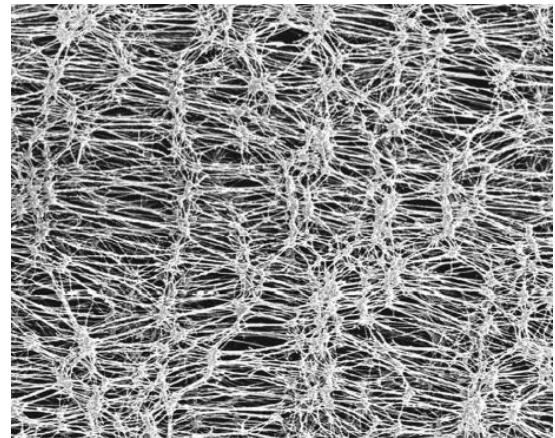


Abbildung 1: Elektronenmikrograph einer ePTFE-Struktur.

Abscheidung von Wassertropfen

PTFE-Membranen werden unter anderem als Druckausgleichselemente eingesetzt. Elektronikkomponenten müssen zuverlässig enorme Temperatur- und Druckunterschiede aushalten, die beispielsweise dadurch entstehen, dass die im Betrieb erhitzten Gehäuse mit kaltem Spritzwasser in Berührung kommen. Diese

Druckunterschiede können die Gehäusedichtungen belasten und mit der Zeit ermüden, so

dass Wasser eindringen und die Elektronik zerstören kann. Um den Eintritt von Wasser, Schmutz und Ungeziefer zu vermeiden, kommen die Belüftungselemente zum Einsatz. Über die Membran-

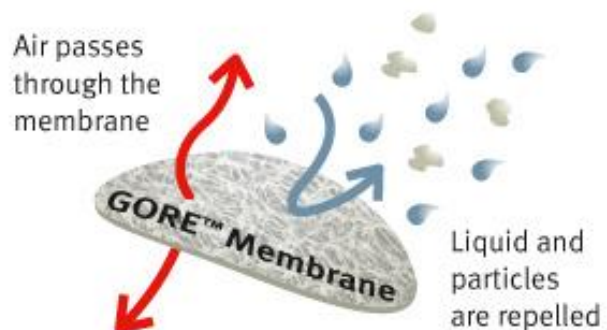


Abbildung 2: Funktionsweise der hydrophoben GORE Membran. (vgl. www.gore.com)

¹ Vgl. Birkers, P. (13. Februar 2013). Abgerufen am 6. Juni 2014 von Membranes: Expanded PTFE finds new markets: <http://www.filtsep.com/view/30721/membranes-expanded-ptfe-finds-new-markets/>.



poren, die etwa 20.000-mal kleiner sind als ein Wassertropfen, erfolgt ein kontinuierlicher Luft- und damit Druckausgleich. Durch eine zusätzlich oleophobe Beschichtung kann erreicht werden, dass auch Öle und Chemikalien abperlen und die Membran nicht benetzen.²

Abscheidung von Luftfeuchtigkeit

Um einen effektiven Schutz von Elektronikgehäusen, Getrieben, usw. zu gewährleisten, ist jedoch die gesamte Abscheidung von Wasser notwendig. Daraus folgt eine Betrachtung

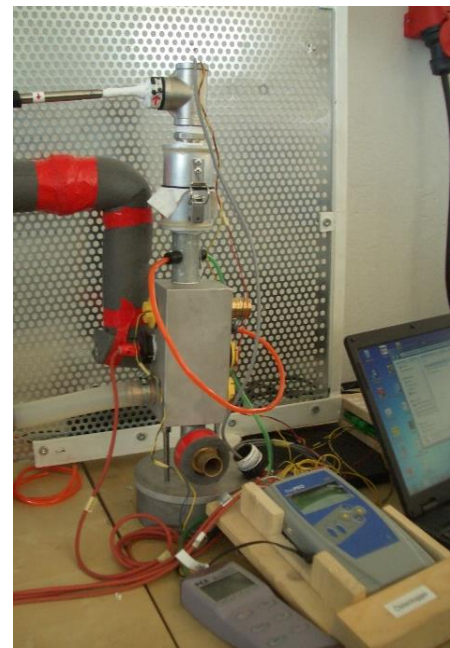
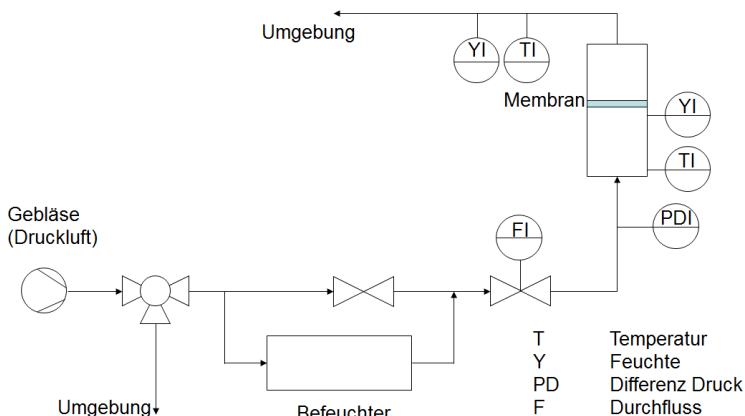


Abbildung 3: Versuchsaufbau zur Abscheidung von Luftfeuchtigkeit.
der Wasserdampfabscheidung.

Beim Versuch die Luftfeuchtigkeit durch ePTFE-Membrane abzuscheiden, wurde ein mangelhafter Erfolg erzielt. Dabei ist die Konzentration der Luftfeuchtigkeit für die Abscheidung nicht relevant. Der Abscheidegrad war im Versuch bei den Feuchtigkeiten von 80% und 100% vergleichbar. Auch die Erhöhung des Luftvolumenstroms führt zu einer vergleichbaren Veränderung und zur leichten Verbesserung der Abscheideleistung. Dies ist darauf zurück zu führen, dass der Partialdruck an der Eingangsmessung ansteigt und dadurch zu einer größeren Differenz zwischen Ausgangs- und Eingangsfeuchte führt. Jedoch liegt die Abscheiderate bei ca. 2 - 8% erzeugt damit eine Lufttrocknung von 80%rF auf 78 - 74%rF, bzw. von 100%rF auf 98 - 92%rF.

² Vgl. W. L. GORE & Associates. (6. November 2013). *Belüftungselemente schützen sensible Komponenten in Elektrofahrzeugen*. Abgerufen am 6. Juni 2014 von <http://www.elektroniknet.de/automotive/elektromobilitaet/artikel/102687/>.

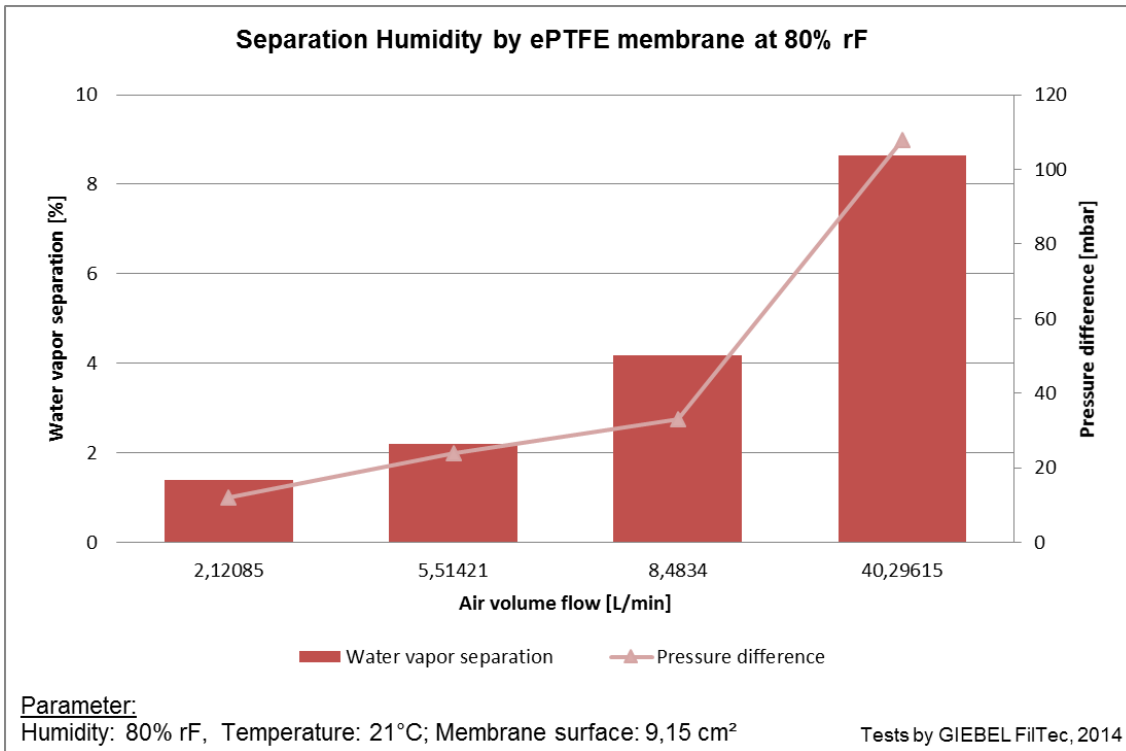


Abbildung 4: Wasserdampfabsecheidung und Druckaufbau durch ePTFE-Membran bei 80%rF.

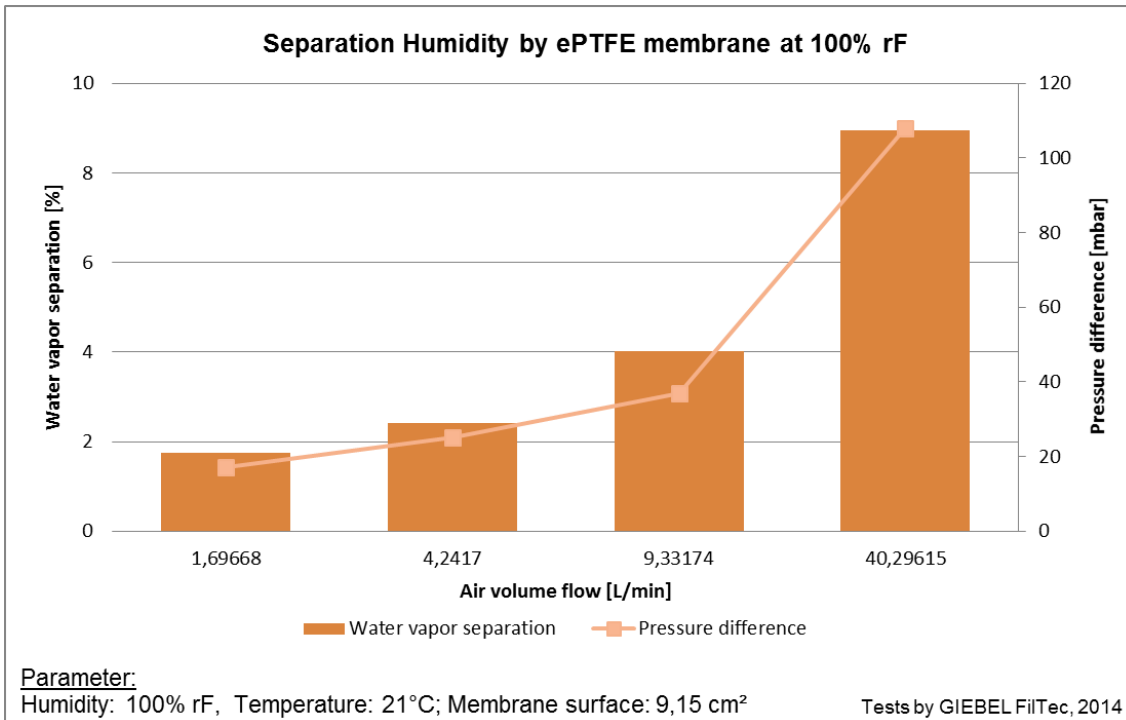


Abbildung 5: Wasserdampfabsecheidung und Druckaufbau durch ePTFE-Membran bei 100%rF.



Die mangelhafte Abscheidung der Wasserdampfmoleküle durch eine hydrophobe Membran, ist durch die Porengröße begründet. Die Poren der Membran für Mikrofiltration sind zu groß um einzelne Wassermoleküle zurückzuhalten. Im Gegensatz zu den gängigsten Membranporen mit 0,3-1,0 µm steht die Wassermolekülgröße von 0,26 nm. Damit sind die Poren 1000-4000-mal größer als die Wasserdampfmoleküle der Luftfeuchtigkeit.

Fazit

Weil PTFE-Membranen sehr mikroporös und stark hydrophob sind, halten sie zurück. Gleichzeitig lassen die Membranen den Wasserdampf und Luft hindurchströmen. Aufgrund dieser Eigenschaft eignen sich hydrophobe Membrane für zahlreiche Anwendungen, wie z. B. wasserdichte Textilien, Mikrofiltration, Verpackungsmaterialien und Druckausgleichselemente, jedoch **nicht zur Belüftungstrocknung**.

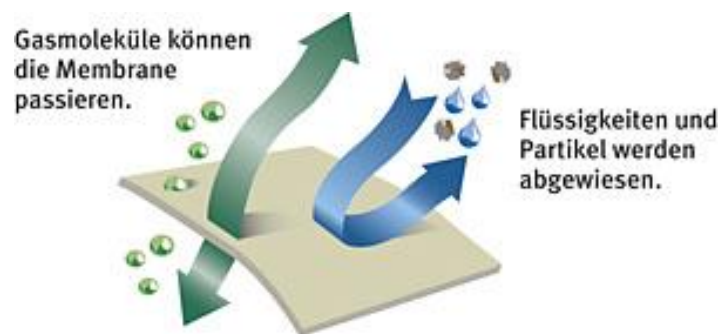


Abbildung 6: Darstellung der Funktion der GORE ePTFE-Membran. (www.gore.com)

GIEBEL FilTec, 14.05.2016