

Entwicklung, Verifikation und Vergleich verschiedener Konzepte zur Atemgaskonditionierung mittels semipermeabler- und Komposit-Membranen

Autor: Patrick Pohl
Lübeck, 21. August 2018

Zusammenfassung

Im Zuge der invasiven und nicht-invasiven Beatmung (NIV) wird die natürliche Funktion der Lunge, das Atemgas zu erwärmen, befeuchten und zu reinigen, eingeschränkt oder gänzlich überbrückt. Zur künstlichen Atemgaskonditionierung müssen deshalb Atemgasbefeuchter eingesetzt werden. Häufig verwendet werden dabei Verdunster, die die Atemluft durch das Passover-Verfahren erwärmen und befeuchten. Aufgrund des Transports warmer Gase mit hohem Feuchtigkeitsgehalt müssen aufwendige beheizte Schlauchsysteme verwendet werden. Hierbei bildet sich dennoch oftmals Kondensat in Schläuchen und bei nicht-invasiver Beatmung an den Atemmasken. Um diese Problematik zu umgehen, können Membrananfeuchter in einem unbeheizten System eingesetzt werden. Diese Technologiestudie soll die Leistung der Membrananfeuchter im unbeheizten System untersuchen. Dafür werden Anforderungen an den Anfeuchter definiert, Konzepte zur Befeuchtung des Atemstroms mittels Membranen erdacht und vielversprechende Varianten nach der Dimensionierung und Konstruktion als Prototyp umgesetzt. Im Anschluss wird die Einhaltung der Anforderungen durch geeignete Tests überprüft und ein Vergleich der umgesetzten Prototypen gezogen.

In der Arbeit wird gezeigt, dass sich insbesondere Hohlfasermodule zur Umsetzung als Prototyp eignen. Dabei wird das Atemgas durch die Hohlfasern geleitet, während die Hohlfasern von Wasser umspült werden. Zudem verspricht ein Spiralkonzept, bei der Luft- und Wasserkammer abwechselnd platziert sind, positive Ergebnisse. Als Materialien eignen sich mikroporöse und dichte Membranen, die auf unterschiedlichen Trennprinzipien beruhen. Zwei Anfeuchter verwenden eine semipermeable Nafionmembran, ein Anfeuchter nutzt eine Kompositmembran zur Befeuchtung der Luft.

Die Testergebnisse der Anfeuchter zeigen, dass ein Membrananfeuchter im unbeheizten System hinsichtlich der Befeuchtungsleistung (Performance) ausreichende Befeuchtungsergebnisse für einen Einsatz in der NIV liefert. Durch die Tests können zahlreiche Einflüsse und Abhängigkeiten wie Umgebungstemperatur, Wassertemperatur und Volumenstrom ausgemacht und überprüft werden. Soll ein Anfeuchter aus Membranen realisiert werden, gilt es, die Problematiken der Abdichtung und der Abkühlung der Anfeuchter zu minimieren oder gänzlich zu beheben. Im Vergleich zeigt der Hohlfaser-Anfeuchter aus Nafion bessere Performance-Werte.