

# DATASHEET HYDROPHOBE BESCHICHTUNG DURCH VERDAMPFUNG - A078

---

## APPLICATION NOTE

### Hydrophobe Beschichtung durch Verdampfung

#### Mit Massendurchflussinstrumenten

Empa, einer unserer europäischen Forschungskunden, verwendet ein Verdampfungssystem von Bronkhorst namens CEM (Controlled Evaporation & Mixing) in ihrem Bestreben, hydrophobe Beschichtungen für wasserabweisende Stoffe zu entwickeln. Empa, ein schweizerisches Bundeslabor für Materialwissenschaft und -technologie und Teil des ETH-Bereichs, setzt ein CEM-System ein, das aus einem Flüssigkeitsmassendurchflussmesser und einem Gas-Massendurchflussregler besteht. Dieses System verdampft aktiv Silikonorganisches HMDSO. Empa verwendet Plasmapolymersation, um dünn (im Nanobereich) Schichten auf Stoffen und Fasern abzuscheiden. In diesem Prozess fügen Durchflussregler die Polymer-Vorläuferstoffe hinzu.



---

#### Anwendungsanforderungen

Im Niederdruck (0,1 mbar) Plasmapolymersationsprozess bei Empa verdampft das Plasma aktiv die flüssige Silikonorganverbindung Hexamethyldisiloxan (HMDSO -  $C_6H_{18}OSi_2$ ) und aktiviert sie. Das Hauptziel besteht darin, den resultierenden Dampf zu polymerisieren und auf die Oberfläche der Faser abzuscheiden, um eine hydrophobe Beschichtung zu erzeugen. Um einen stabilen und konsistenten Fluss des Dampfes des Polymer-Vorläufers zu erreichen, ist eine präzise Kontrolle sowohl des flüssigen HMDSO-Flusses als auch des Trägergasflusses erforderlich. Der HMDSO-Dampf wird mit definierten Durchflussraten in die Plasmakammer eingebracht, wobei höhere Raten eine schnelle Abscheidung und Verarbeitung ermöglichen.

#### Wichtige Aspekte

- Genau kontrollierte Gas-/Flüssigkeitsmischung
- Stabiler Dampffluss
- Niedrige bis hohe Dampfflussraten

## Prozesslösung

Das Verdampfungssystem CEM von Bronkhorst verdampft Silikonorganisches HMDSO (Hexamethyldisiloxan). Bei diesem Prozess entnimmt das System flüssiges HMDSO aus einem Behälter bei Raumtemperatur und mischt es mit einem Flüssigkeitsmassendurchflussmesser (Serie mini CORI-FLOW). Anschließend kombiniert es das flüssige HMDSO mit Argon-Trägergas aus einem thermischen Massendurchflussregler (Serie EL-FLOW Select) und verdampft es in einem Wärmetauscher zur präzisen Heizungssteuerung. Der durch die Erhitzung verursachte Dampfdruck wird dann in die Plasmareaktionskammer eingeleitet, die bei einem absoluten Druck von 0,1 mbar arbeitet. Der gesamte Verdampfungsprozess wird von einem SPS-System gesteuert.

Durch diese Konfiguration kann HMDSO in einem breiten Bereich von 1 bis 30 Gramm pro Stunde verdampft werden. Die Ergebnisse zeigen die Erzeugung von Dampfströmen auf stabile, präzise, konsistente und effektiv regulierte Weise.

### Verwendete Software in diesem Verdampfungsprozess

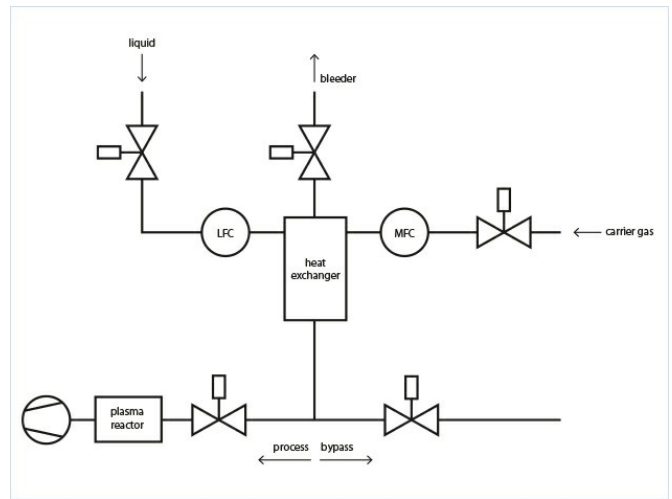
Der Verdampfungsprozess in diesem Setup nutzt die LabVIEW-Software für eine einfache und effektive Visualisierung. Das herkömmliche Blasensystem, das eine begrenzte niedrige Durchflussrate von Trägergas und Vorläufer hatte, wurde durch das derzeit verwendete CEM-Dampfsystem ersetzt. Dieser Übergang hat mehrere Vorteile mit sich gebracht.

### Vorteile durch den Einsatz des CEM-Verdampfungssystems

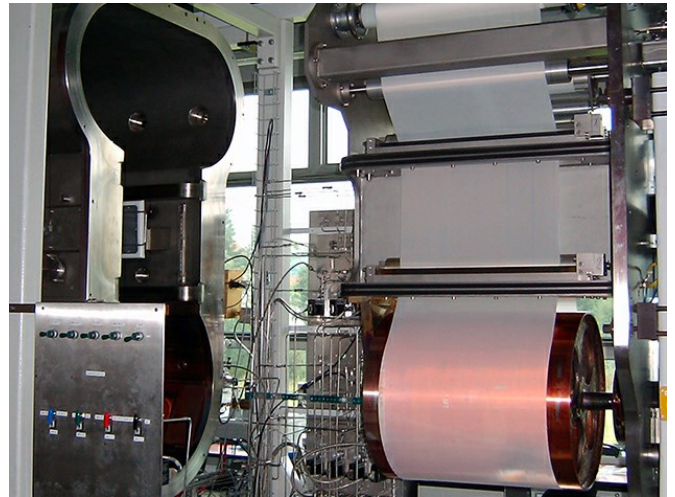
Mit dem CEM-System erreicht Empa einen höheren Gasausstoß von 50 ml/min im Vergleich zum vorherigen Blasensystem, das nur einen Gasfluss von 4-5 ml/min ermöglichte. Darüber hinaus wurde der Fluss der HMDSO-Flüssigkeit erhöht. Empas Ziel ist es, den Prozess vom Labormaßstab auf den industriellen Maßstab hochzukalieren.

Das derzeit bei Empa eingesetzte CEM-System ist mobil und kompakt. Diese mobile Einrichtung, die einem kleinen Bürotisch auf Rädern ähnelt, ermöglicht eine einfache Bewegung zwischen Laboren. Die Kompaktheit der Bronkhorst-Geräte erhöht die Flexibilität von konstruktiven Durchflusslösungen weiter.

Die HMDSO-Einrichtung ermöglicht die Abscheidung von Polysiloxan-Beschichtungen bei niedrigen Temperaturen, was sie für die Beschichtung von Textilfasern geeignet macht, die keine hohen Temperaturen vertragen können. Empas Bemühungen, die Plasmapolymersation bei niedrigem Druck durchzuführen, zielen darauf ab, die Produktionserträge durch die erleichterte heterogene Abscheidung auf der Oberfläche der Fasern zu erhöhen und die Menge an eingesetzten Chemikalien zu reduzieren.



Durchflussschema eines CEM-Verdampfungssystems



## Empfohlene Produkte



**EL-FLOW SELECT F-201CV**

Min. Bereich 0,16...8  
mln/min  
Max. Bereich 0,5...25  
ln/min  
Druckstufe 64 bar  
Kompakte Bauweise  
Hohe Genauigkeit  
& Wiederholgenauigkeit



**MINI CORI-FLOW™ M12**

Durchfluss 0...200 g/h  
Druckstufe 200 bar  
Medienunabhängig  
Hohe Genauigkeit,  
schnelle Messung



**CEM EVAPORATOR W-102A**

Max. 30 g/h Flüssigkeit;  
Max. 4 ln/min Gas  
Druckstufe 100 bar  
Sehr stabiler Dampf-  
Durchfluss  
Flexibles  
Gas/Flüssigkeits  
Verhältnis