



Direktverdampfer und Temperierungen



- Überführung geregelter Flüssigkeitsströme – mit oder ohne Trägergas – aus der Flüssigphase in die Dampfphase
- Anschlussfertige Dampf- und Precursor- Dosierungen für Nieder- oder Hochtemperatur
- Befeuchtungssysteme

Verdampfung definierter Flüssigkeitsströme

Die Direktverdampfer werden eingesetzt, um geregelte Flüssigkeitsströme ohne Trägergas aus der Flüssigphase in die Dampfphase zu überführen.

Entscheidende Leistungsmerkmale:

- Dosierung der Dampfmenge durch Regelung der Flüssigkeitszufuhr
- Verdampfung ohne Trägergas
- Keine Druckstöße und Pulsationen
- Hoher Dynamikbereich von besser als 1:20
- Minimales Totvolumen durch kompakten Aufbau
- Medienberührende Komponenten aus Edelstahl
- Einsetzbar für eine Vielzahl flüssiger Medien
- Sehr kleine Bauform mit hoher Leistungsdichte
- Verdampfung unter Hochdruck
- Hochtemperaturlösungen

Die Standardanwendung des Direktverdampfers besteht aus einer einfachen Anordnung, in der dem Verdampfer ein geregelter Flüssigkeitsstrom zudosiert wird. In der Regel geschieht dies durch einen Flüssigkeits-Massedurchflussregler (LFC). Die erzeugte Dampfmenge richtet sich allein nach der zugeführten Flüssigkeitsmenge, eine Dampfstrom-Durchsatzmessung ist nicht notwendig. Da es sich um eine Totalverdampfung handelt, ist die Dampfregelung sehr präzise. Was definiert in der Flüssigphase eingespeist wird, gelangt als gleiche Menge am Ausgang in den Prozess. Optional kann z. B. eine Heizstufe mit Mischkammer im Verdampfersystem integriert werden. Die Flüssigkeitszufuhr, und damit die Dampfregelung, erfolgt wie in der Standardanwendung. Ein zusätzlicher Gaseinlass am Verdampfergehäuse dient der Zuführung einer z. B. mittels Massedurchflussregler (MFC) dosierten Gasmenge. Das Gas wird vorgewärmt, ggf. überhitzt, und in einer geheizten Mischkammer dem Dampf zudosiert. Anschließend wird das Gemisch auf eine definierte Ausgangstemperatur eingeregelt. Alternativ können der Verdampfer und die dem Verdampfer nachgeschaltete Gastemperierung in getrennten Gehäusen untergebracht werden. Verdampfer und Temperierung können so auch separat eingesetzt werden.

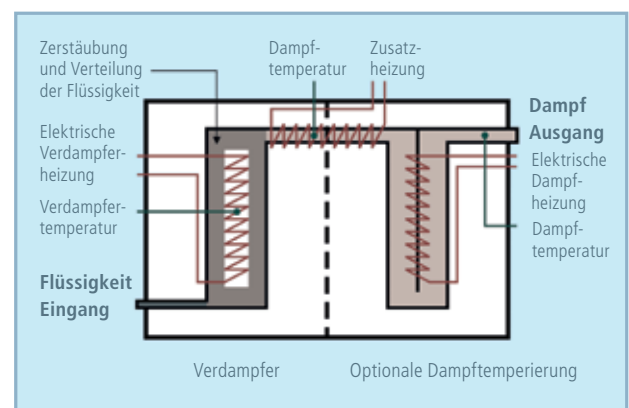
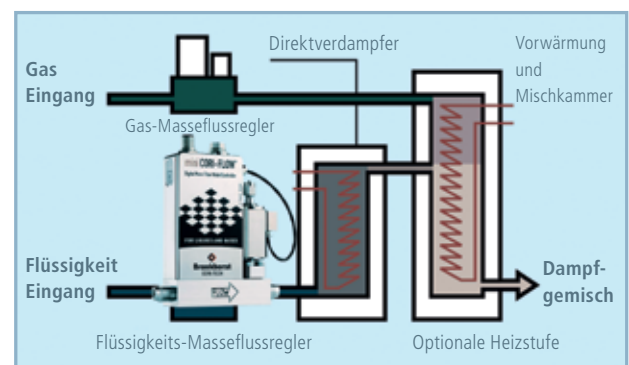
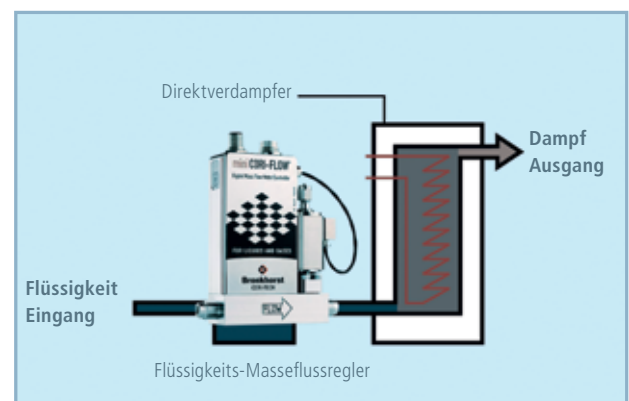
Anwendungsbeispiele

- Precursordosierung ins Vakuum und Überleitung in die Dampfphase
- Gezielte Befeuchtung von Prozessgasen in der Verfahrenstechnik
- Verdampfung von Flüssigkeitsgemischen zum Betrieb von Brennstoffzellen
- Verdampfung flüssiger Reagenzien zur Beschichtung verschiedenster Materialien
- Erzeugung katalytischer Gemische
- Reaktordosierung in der Dampfphase ohne Kondensation.

Funktionsprinzip

Die Flüssigkeit wird gleichförmig in den Verdampfer dosiert. Dort wird sie zerstäubt und fein verteilt. Die Zufuhr der zur Verdampfung und Erwärmung notwendigen Energie erfolgt über elektrische Heizelemente. Die elektrische Anschlussleistung der Heizung ist dabei auf die maximale Menge an zu verdampfender Flüssigkeit abgestimmt. Eine integrierte Zusatzheizung hält die Dampftemperatur bis zum Dampfausgang oberhalb des Drucktaupunktes, um Kondensation zu verhindern. Die Dampfmenge kann dadurch kontrolliert in den nachfolgenden Prozess geleitet werden. Im einfachen Verdampfersystem hängt die Dampftemperatur von Medium, Durchsatz und Systemdruck ab. Eine Nachregelung bei wechselnden Prozessparametern ist in der Regel nicht notwendig.

Funktions- und Arbeitsprinzipien



Steuerelektronik

Die Direktverdampfersysteme bestehen je nach Modell aus der eigentlichen Verdampfereinheit sowie einer externen Steuerelektronik oder aus einem Gehäuse mit beiden Teilen integriert. Neben der PID-Regelung der Verdampferheizleistung sind hier auch die PID-Regler für optionale Nachheizstufen oder weitere Temperierungen integriert. Ein Ansteuern und Auslesen der PID-Regler über analoge Strom- bzw. Spannungssignale oder über RS485 ist optional möglich. Freigabeschaltungen und Alarmkontakte können integriert werden.

Sonderanfertigungen | kundenspez. Lösungen

In kundenspezifischen Lösungen wurden verschiedenste Kombinationen aus Verdampfern und Gastemperierungen verwirklicht. In nebenstehender Abbildung ist ein System aus Verdampfer (Modell DV1) und einer Gas-/Dampfheizung für größere Gasmengen (liegender Zylinder) dargestellt. Mit diesem OEM-System werden die Gase (bis 10 Nm³/h) auf Temperaturen von bis zu 450 °C eingeregelt und mit Hilfe des Verdampfers mit bis zu 4 kg/h Wasserdampf auf verschiedene Feuchtwerte eingestellt. Größere Mengen für Gas- und Flüssigkeitseinspeisung sowie der Einsatz von z. B. Lösemitteln sind Lösungen erhältlich.

Heizungen

Für viele Gase, Dämpfe und Gasgemische können externe Heizungen kundenspezifisch angefertigt werden. Diese Heizungen können in Kombination mit einem vorgeschalteten Verdampfer, aber auch unabhängig davon genutzt werden. Die Heizungen werden so ausgelegt und berechnet, dass sie in einem großen Dynamikbereich des Gasdurchflusses arbeiten.

Typische Anwendungen erfordern die Temperierung variabler Gasmengen bei verschiedenen Systemdrücken.

In **Abbildung A** ist eine Gastemperierung bis max. 450 °C für bis zu 4 kg/h Wasserdampf und Trägergas dargestellt.

Abbildung B zeigt eine Temperiereinheit bis max. 250 °C für 2Nm³/h Stickstoff mit zwei Zumischstellen für verdampftes SiCl₄.

Auch vollständig kundenspezifische Geometrien sind möglich: In der rechts dargestellten Temperiereinheit sind acht VA Kapillarrohre in einem gemeinsamen Grundkörper eingebettet (hier geöffnet). Durch elektrische Heizelemente auf den Außenseiten des Grundkörpers können acht unabhängige Gasströme mit einer gemeinsamen Heizungsregelung auf max. 200 °C aufgeheizt werden.

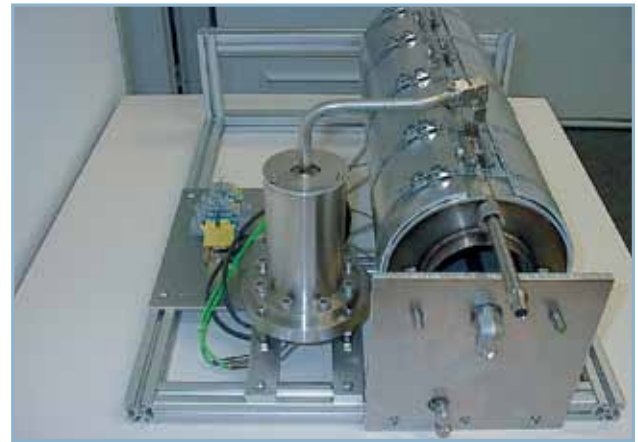
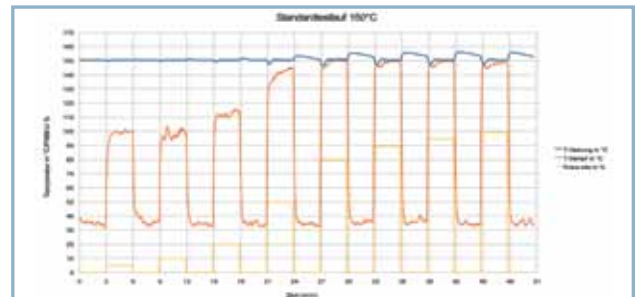


Abbildung A: Kundenspezifische Sonderanfertigung für größere Volumenströme



Dynamisches Verdampferverhalten einer Sonderanfertigung



Abbildung B: Temperierstufe mit integrierter Verteilung



Low Cost 8-fach-Verdampfer

Modell DV1 (bis 4 kg/h)

Das Modell DV1 ist das Standardmodell des Verdampfersystems. Es ist für einen Durchfluss von 100 g/h bis ca. 4 kg/h Wasser ausgelegt. Durch die Anpassung der maximalen Heizleistung an die gewünschten Prozessparameter (Medienart, Durchfluss, Systemdruck) wird eine Durchflussdynamik von besser 1:20 erreicht, je nach Anwendung auch bis zu 1:50.

Andere Flüssigkeiten, wie z. B. Methanol, SiCl_4 oder MTS, können entsprechend ihrer meist niedrigeren Verdampfungsenthalpie auch bis zu höheren Durchflüssen als 4 kg/h verdampft werden.

Modell DV2 (bis 100 g/h)

Werden geringere Dampfmengen benötigt, wird das Verdampfermodell DV2 eingesetzt. Eine wesentliche Geometrieverkleinerung und die Reduzierung der Heizleistung ermöglicht hier die gleichförmige Verdampfung von bis zu 100 g/h Wasser bei minimalem Totraum.

Um die Dampfausgangstemperatur auch bei kleinsten Volumenströmen über der Kondensationsgrenze zu halten, ist eine Rohrmantelheizung bis aus dem Verdampfergehäuse herausgeführt. So kann die Begleitheizung nachfolgender Systemkomponenten nahezu ohne ungeheizten Bereich angekoppelt werden.

Das Verdampfersystem ist auch für den Einsatz mit Trägergas für hochsiedende Precursor erhältlich.

Modell DV3 (bis 10 kg/h)

Z. B. in der Brennstoffzellenforschung oder für Trocknerprüfstände werden größere Dampfmengen benötigt. Durch den Einsatz des Verdampfermodells DV3 kann auch hier auf konventionelle Dampfkesselsysteme verzichtet werden. Im Vergleich zu der geringen Dynamik von Dampfstromregelungen wird die hohe Durchflussdynamik des Verdampfersystems bis zu Durchsätzen von 10 kg/h Wasser genutzt. Somit können auch große Dampfmengen präzise und kontrolliert dosiert werden (größere Dampfdurchsätze sind auf Anfrage möglich).

Das System wird auch für die Verdampfung von Silanverbindungen eingesetzt.

Modell DV1



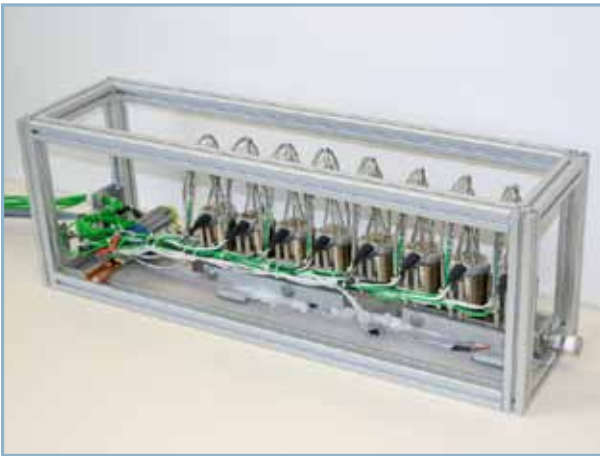
Modell DV2



Einfache Laborausführung

Modell DV3





8-Fach-Verdampfer



Standardverdampferkombination



Auswertereinheit im 19" Rack



Sprayverdampfer mit Trägergas und Temperierung



Gekapselter Verdampfer in Schutzklasse IP 65



Reaktor mit Dampfdosierung und Gaseinspeisung



Kompakter innerer Aufbau DV1

Alles was verdampfbar ist, ist realisierbar – fragen Sie uns!

	Modell DV1	Modell DV2	Modell DV3	*
Maximalwert des Regelbereichs (bezogen auf Wasser)	100 g/h...4 kg/h	4 g/h...100 g/h	500 g/h...10 kg/h	Modell Sonderausführung
Material Dichtungen	Graphitlaminat (Metalldichtung auf Anfrage)	ohne/verschweißt Edelstahl, Silberhartlot/1.4541	ohne/verschweißt, Graphitlaminat (Metalldichtungen auf Anfrage)	
Medieneingang	6 mm Klemmring	3 mm Klemmring	6 mm Klemmring	
Dampfausgang	12 mm Rohrstutzen	6 mm Rohrstutzen	12 mm Rohrstutzen	
Leistungsaufnahme (Medien- und Bereichsabhängig)	Max. 6 kW	Max. 600 W	Max. 15 kW	
Spannung	3 x 230 Vac (CEE 16A)	230 Vac	3 x 230 Vac (CEE 16A)	
Verdampfeinheit	25 x 25 x 40 cm	20 x 15 x 25 cm	40 x 40 x 40 cm	
Maße Steuereinheit:	19" Standardgehäuse	20 x 15 x 25 cm	19" Standardgehäuse	

Technische Daten

Medien

Wasser, Methanol, Isooctan, SiCl₄, MTS, andere Flüssigkeiten und Gemische auf Anfrage. Bedingung ist rückstandsfreie Verdampfbarkeit.

Durchflussdynamik

Besser 1:20 bzgl. Maximalwert

Dampftemperatur

120...240 °C (prozessabhängig höhere oder niedrigere Werte einstellbar, jedoch über Drucktaupunkt).

Temperaturen bis 900 °C.

Prozessdruck

Prozessdruck max. 6 bar Überdruck,

Ausführungen bis 100 bar Überdruck sind realisierbar

Material Verdampfer

Edelstahl 1.4541, 1.4571, 1.4404, 316

Material Fittinge

Sawagelok® 316

Max. Prozessdruckbereich und Edelstahltypen können auf Anfrage kundenspezifisch angepasst werden.

Optionen und Zubehör

Interne Dampfthermierung

Eine zusätzliche Heizstufe in Verdampfergehäuse integriert, optional zusätzlich mit Pressluft- oder Umluftkühlung für schnelle Reaktionszeiten. Regelbereich der Dampfheizung typ. 200 °C...400 °C. PID-Regelung in der Steuerelektronik der Verdampfers integriert.

Gaszumischung

Zusätzlicher Gaseinlass am Verdampfergehäuse (typ. 6 mm oder 12 mm Klemmring) Eine zusätzliche interne Heizstufe für die Gasvorwärmung, Temperierung der Mischkammer und Gemischaufheizung. Regelbereich der Gemischtemperatur typ. 250 °C...400 °C. PID-Regelung in der Steuerelektronik des Verdampfers integriert.

Gaszumischung beim Typ DV2

Bei kleinen zusätzlichen Gasflüssen wird die Heizleistung für Vorwärmung, Temperierung der Mischkammer und Gemischheizung von der Zusatzheizung des Verdampfers übernommen. Die Auslegung erfolgt kundenspezifisch.

Kombination mehrerer Verdampferstufen

Für größere Verdampfungsraten bzw. Mischsysteme

Große Auswahl an Rohrfittingen

Metrisch, zöllig, Klemmring, VCR®, Flansche, Bio- und Sanitäranschlüsse und andere.

Elektropolitur

Elektropolitur der medienberührenden Teile auf Anfrage.

Die technischen Daten beschreiben den augenblicklichen Stand der Geräte und können im Rahmen von Weiterentwicklungen vom Hersteller geändert werden.