

### Pulsationsarmer Totalverdampfer

Die Erzeugung kleiner, pulsationsfreier Dampfströme, wie sie im Labor und Technikum nötig ist, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Gefordert wird eine kontinuierliche und vollständige Verdampfung, die robust und zuverlässig funktionieren soll und ohne Zugabe von Trägergasen auskommt.

Am Institut für Chemische Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart (ICVT) wurde für diese Aufgabe ein neuartiger Verdampfer (Abb.1) entwickelt, der sich in zahlreichen institutsinternen Projekten bewährt hat. Inzwischen sind die Verdampfer auch in der Chemischen Industrie, an Prüfständen der Automobilindustrie und in verschiedenen Forschungseinrichtungen in unterschiedlicher Spezifikation dauerhaft im Einsatz. Verwendet wird der Verdampfer dort um z.B. Silan, Ethanol, Wasser oder Gemische dampfförmig zu dosieren.



Abb.1: Pulsationsarme Verdampfer mit unterschiedlicher Spezifikation. Entwickelt am ICVT

Die Dampfproduktion des patentierten ICVT-Verdampfers erfolgt über den gesamten Durchsatzbereich sehr gleichmäßig. Vor allem das Verhalten für kleine Flüssigkeitsströme ( $< 1\text{ ml/min}$ ) ist ausgezeichnet. Der Dampfstrom schwankt hier im Bereich von 0,5 – 1,0 %. Bei einem Durchsatz von 100 ml/h liegt die maximale Schwankungsbreite bei höchstens 2,0 % vom Messwert.

Abbildung 2 zeigt den zeitlich hoch aufgelösten Verlauf von Wasserdampf, gemessen mit einem Massenspektrometer. Die zu beobachtenden periodischen Schwankungen zeigen das Förderverhalten der zur Messung

eingesetzten HPLC-Pumpe. Die Verdampfung ist so präzise dass der Kolbenhub der HPLC- Pumpe aufgelöst wird. Andere Dosierungen über Flüssigkeitsregler (z.B. Liquiflow, oder Mikrozahnringpumpe Abb.3) können ebenfalls realisiert werden. Wichtig ist ein gleichmäßiger schwankungsfreier Volumenstrom mit ausreichend hohem Förderdruck.

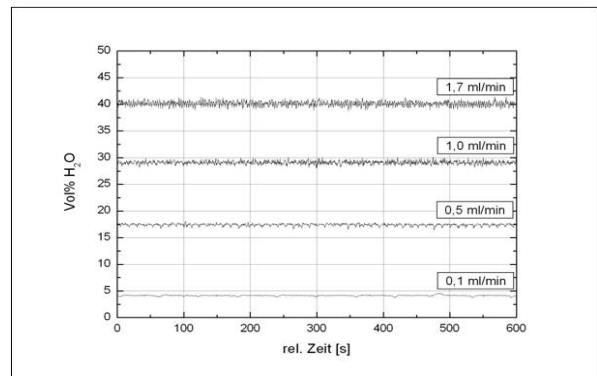


Abb.2: Schwankungsbreite bei verschiedenen Volumenströmen

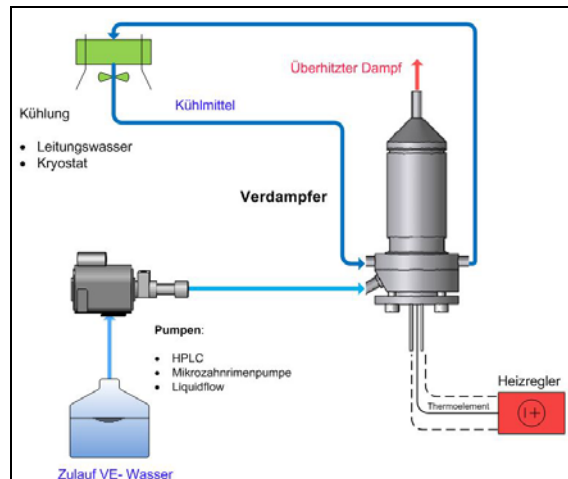


Abb.3: Betriebsweise mit Temperaturregler, Kühlmantel und Dosierpumpe

Der Verdampfer hat ein sehr gutes Ansprechverhalten und kann dynamisch betrieben werden. (Abb.4).

### Prinzip des Verdampfers:

Die wesentlichen Merkmale des Konzeptes sind die Verdampfung in engen Strömungskanälen sowie eine strikte Unterteilung des Apparates in einen kalten Zulaufbereich und einen heißen Überhitzungsbereich.

Durch die Verdampfung in engen Kanälen, werden die Entstehung und Zerfall größerer Dampfblasen vermieden. Die Temperierung des Kaltraumes verhindert sicher eine Vorverdampfung der zugeführten Flüssigkeit. Die Verdampfung findet nur in einem definierten Bereich des überhitzten Heißraumes statt.

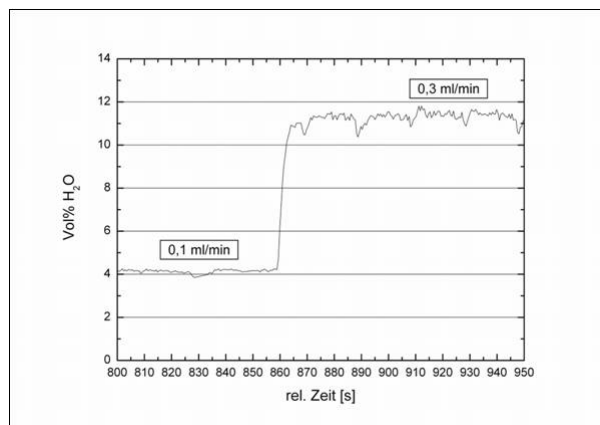


Abb.4: Ansprechverhalten bei Lastwechsel

Abbildung 5 zeigt den Einfluss der Kühlzone. Druckstöße, die durch Blasenbildung im Eintrittsbereich entstehen und Pulsationen verursachen, werden durch die Kühlung vermieden. Die Verdampfungskanäle münden in einen Dampfraum, der als Pulsationsdämpfer zusätzlich Schwankungen minimiert.

Die Kühlung vom Zulaufbereich kann durch einfachen Anschluss an das Leitungswassernetz oder über Thermostate realisiert werden.

Die zur Verdampfung des Flüssigkeitsstroms benötigte Wärmemenge wird durch eine Heizpatrone mit ausreichend hoher Leistung über Wärmeleitung auf den Heißraum übertragen. Im massiv gestalteten Bauteil stellt sich dadurch eine gleichmäßige Temperatur ein.

Der Verdampfer ist für Temperaturen bis 400° C, und einen Druckbereich bis 10 bar

ausgelegt. Für höhere Drücke werden speziell geschweißte Varianten gefertigt. Sehr vorteilhaft ist die Zerlegbarkeit. Dadurch lassen sich die Verdampferkanäle z.B. beim Auftreten fester Zersetzungsprodukte einfach reinigen. Der Inneneinbau des Verdampfers wird zu diesem Zweck ausgebaut. Die Dichtung (O-Ring) kann je nach Beständigkeit in Viton, Kalrez oder Teflon ausgeführt werden.

Bisher sind Verdampfer für extrem kleine Durchsätze im Bereich von 0,01 – 1 g/h, bis hin zu Durchsätzen von 5,0 – 1000 g/h realisiert worden (siehe Datenblatt). Alle Versionen werden in identischer Baugröße gefertigt.

Eine voll verschweißte Version (2,0 -200 g/h) gestattet durch ihren Aufbau eine gute Dämpfung und damit eine hoch präzise Dosierung. Auch ein Dichtungswerkstoff wird durch diese Konstruktion vermieden.

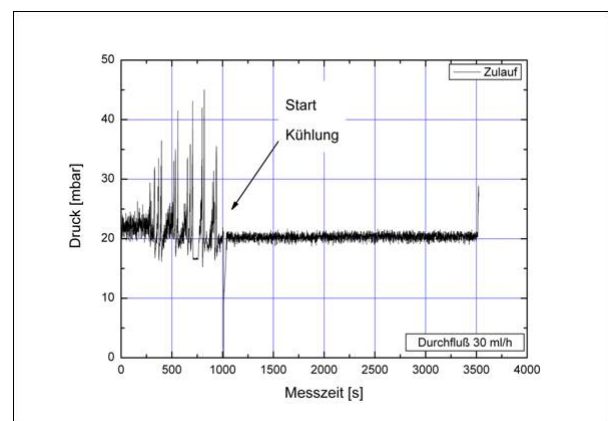


Abb.:5 Einfluss der Kühlzone

### Literatur:

A. Freund, G. Friedrich, C. Merten und G. Eigenberger: Pulsationsarmer Laborverdampfer für kleine Flüssigkeitsströme. Chem. Ing. Tech. 78 (5), 2006, 577-580.

### Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Aschenbrenner  
Tel.: 0711/685-85250  
email: Holger.Aschenbrenner@icvt.uni-stuttgart.de