

# Anfertigung eines Kühlreaktors

## Anforderung:

Ein Gas mit hoher Temperatur ( ca.300 °C ) innerhalb einer kürzest möglichen Strecke soweit abzukühlen das es wieder in flüssigen Zustand übergeht. Den Rest der Strecke das flüssige Produkt auf eine brauchbare Entnahmetemperatur zu bringen. Eine kontinuierliche Entnahme des Produktes sollten die weiteren Anbauten nach dem Kugelschliff ermöglichen. Die ganze Apparatur in einer händelbaren Größe, so dass sie in einem Laborabzug untergebracht werden kann. Um den Ablauf der Reaktion verfolgen zu können wurde Glas als Werkstoff gewählt. Ein weiterer Vorteil von Glas war die erleichterte Herstellung des Reaktors gegenüber Edelstahl. Die Kontaktfläche des Gases sollte relativ groß sein und das Volumen zum

Verflüssigen möglichst klein. Die Wandstärken der beiden Innenrohre so gering wie möglich um eine gute und vor allem schnelle Wärmeübertragung zu gewährleisten.

Um jetzt ein möglichst kleines Volumen zur Abkühlung des Gases zu finden, wurden folgende Glasrohrdurchmesser ausgewählt:

Erstes Innenrohr mit 30 mm Durchmesser und einer Wandstärke von 1,4 mm. Zweites Innenrohr mit 40 mm Durchmesser und einer Wandstärke von 1,6 mm. Mantelrohr mit 65 mm Durchmesser und einer Wandstärke von 2,5 mm. Dadurch betrug die Spaltbreite zwischen den beiden Innenrohren 3,4 mm. Eine geringere Spaltbreite kann sich ungünstig auf den Ablauf auswirken, wegen der Oberflächenspannung einer Flüssigkeit kann eine Durchflusshemmung möglich sein. Eine größere Spaltbreite verhindert ein rasches Abkühlen des Gases.

Die Anschlüsse sollten über Gewinderohre erfolgen. So erfolgt der Zu- und Ablauf der Kühlflüssigkeit über ein Gewinderohr GL 25. Für die Zuführung des Gases wird die Größe GL 18 gewählt. Der Einsatz von Bola Verschraubungen, durch welche PTFE-Schläuche und auch Edelstahlschläuche geführt werden können, macht einen Einsatz von GL Gewinderohren sinnvoll.

Für den Ablauf wurde eine Kugelschliffkugel der Größe KS 29 / 15 gewählt. Diese bietet den Vorteil, dass bei guter Dichtigkeit eine flexiblere Anbindung an die weiteren Glas-teile besteht.

## Vorarbeiten:

Zuschneiden des ersten Innenrohres auf eine Länge von über 800 mm, eine Seite verschmelzen und die zweite Seite ausblasen. Danach das Rohrende leicht verstärken und auftreiben. Dabei darauf achten, dass es noch in das zweite Innen-



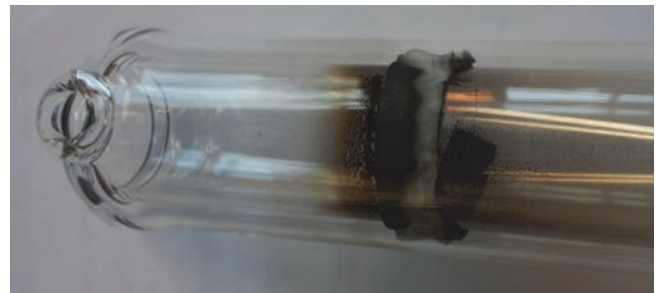
rohr passt. Zuschneiden des zweiten Innenrohres. Dieses sollte etwa drei bis vier Zentimeter länger als das erste Innenrohr sein. Auch hier ein Rohrende ausblasen und verschmelzen. Das zweite Rohrende sollte aus Sicherheitsgründen auch verschmolzen sein. Eine Spitze, ca. 40 mm lang, ziehen aus einem Rohr mit einem Durchmesser von 12 mm. Diese in der Mitte teilen und beide Seiten leicht auftreiben. Einen etwa 2 cm schmalen Streifen aus Wellpappe zuschneiden. Dieser sollte in etwa eine Länge von  $\frac{9}{10}$  des Umfangs des ersten Innenrohres haben. Einen etwa 10 bis 15 cm breiten Streifen aus Wellpappe vorbereiten. Dieser breite Streifen hat die gleiche Länge wie der schmale Streifen. Zuschneiden des Mantelrohres auf eine Länge von 850 mm. Beide Seiten verschmelzen. Vorbereiten der beiden GL 25 Verschraubungen. Beide ca. 50 mm lang zuschneiden und auftreiben. Die GL 18 Verschraubung ca. 40 mm lang zuschneiden und auftreiben. An das Rohrende der Kugelschliffkugel eine Spitze ansetzen und etwa 40 mm vom Ende entfernt das Rohr um  $90^\circ$  biegen. Ausblasen und auftreiben.

#### Herstellen des Innenrohres:

Den schmalen Wellpappenstreifen in das zweite Innenrohr schieben und zwar an der vorher ausgeblasenen Seite. Dann das erste Innenrohr mit der nicht aufgetriebenen Seite dort hineinschieben. Dabei darauf achten, daß der Wellpappenstreifen nicht weiter wie ca. 10 cm in das Innenrohr geschoben wird. Beide Glasrohre bündig abschließen lassen. Jetzt wird auf der anderen Seite die breite Wellpappe eingeschoben. Hier darauf achten, dass sich die Wellpappe nach der Einschmel-



zung wieder leicht herausziehen lässt. Einen Kork- oder Gummistopfen bereitlegen, welcher in das erste Innenrohr passt. Beide Rohrende jetzt verschmelzen. Dies geschieht am leichtesten in der Drehbank. Wenn dies geschehen ist, das Glasteil aus der Maschine nehmen und in das Innenrohr den bereitgelegten Gummistopfen stecken und am Tischbrenner den seitlichen Ansatz ansetzen, ausblasen und auf einen Durchmesser von etwa 12-15 mm auftreiben. Der Spalt zwischen dem Innenrohr und dem Mantelrohr beträgt etwa 10 mm. Entsprechend hoch sollte auch der Ansatz werden, denn diese Seite wird ja in das Mantelrohr wieder eingeschmolzen. Ein gleichmäßiges Nachwärmen verteilt die Spannungen im Glas und verhindert ein Springen des Glases. Wenn man jetzt auch noch den Bereich des Glasrohres leicht erwärmt wo der dünne Wellpappenstreifen sitzt, verbrennt dieser schon leicht. Der Rest erledigt sich dann beim Tempern im Ofen. Auf der Gegenseite wird das Innenrohr durch Keramikband abgestützt. Nach dem Tempern wird die zweite Seite ein-



geschmolzen. Da beide Glasrohre eine Überlänge haben, wird bei der benötigten Länge







an das zweite Innenrohr eine leichte Verstärkung gedrückt. Daneben das Glasrohr soweit erhitzen, dass man beide Glasrohre in einem Stück abziehen kann. Nach dem Ausblasen



kann man das Glasrohr verschmelzen und aus der Maschine nehmen um den zweiten seitlichen Ansatz anzubringen. Auch hier kann man wieder in den Einblasstopfen einen kleinen Gummistopfen stecken um den seitlichen Ansatz zu vollenden. Der Einsatz von Winkel- und T-Verbindungsstücken erlaubt den Einsatz des Blasgelenkes ohne aus der Mittelachse zu kommen.

Der Einsatz von Winkel- und T-Verbindungsstücken erlaubt den Einsatz des Blasgelenkes ohne aus der Mittelachse zu kommen.



## Fertigstellen des Reaktors

Nach dem Tempern wird das Innenteil in das Mantelrohr eingeschmolzen. Auch hier wird das Innenrohr wieder mit Wellpappe gehalten. Eine Seite des Mantelrohres wird an der einen Seite zugezogen und ausgeblasen.

Dann wird das Gewinderohr GL 25 angesetzt. Jetzt kann man das Innenteil bis vor an die vorgesehene Stelle schieben und einschmelzen. Dies hat den Vorteil, dass sich das Innenteil an der Einschmelzstelle aufwärmen kann und nicht springt.



Zum Einschmelzen des Innenrohres bieten sich zwei Möglichkeiten an. Entweder in der Maschine lassen und dort den seitlichen Ansatz vollenden oder aus der Maschine nehmen und am Tischbrenner beenden. Nach dem gleichmäßigen Nachwärmen und Abkühlen entfernt man die Wellpappe vorsichtig. Dabei ist darauf zu achten, dass das Innenteil nicht von der Einschmelzung abbricht. Auch hier wird wieder mit Keramikband unterlegt bevor das Glasteil im Temperofen gekühlt wird. Auch an der zweiten Seite wird in der Maschine das GL 25 Gewinderohr angesetzt. Wie bei dem ersten seitlichen Ansatz bestehen auch hier wieder die





zwei Möglichkeiten den Reaktor zu vollenden. Maschine oder am Tischbrenner. Wer sich für die Maschine entscheidet sollte darauf achten, dass er den Reaktor hinterher auch durch den Durchlass des Backenfutters bringt. Ein letztes Mal Tempern und der Reaktor ist fertig.

**Bericht: Armin Mankel**



**Verband**

**" Deutscher Glasbläser e.V. "**

[www.vdg-ev.org](http://www.vdg-ev.org)

**Werden Sie Mitglied!**

**Es lohnt sich!**

50 € Jahresbeitrag, kostenlos für Auszubildende.  
4 mal VDG-Nachrichten inklusive.  
Günstigere Seminargebühren bei unseren alljährlichen Fortbildungsseminaren.  
Knüpfen Sie Kontakte mit anderen Kollegen.  
Tauschen Sie sich aus in unserem Verbandsforum.

Weitere Informationen und Anmeldeformulare finden Sie auf unserer Verbandsseite im Internet. Oder wenden Sie sich direkt an die Mitgliederbetreuung des VDG e.V.

Tel.: +49(0) 30 41408867  
E-Mail: [mitglieder@vdg-ev.org](mailto:mitglieder@vdg-ev.org)