


Premium Laboratory Equipment

Kühloptionen für Rotationsverdampfer

Buyer's Guide





Kühloptionen für Rotationsverdampfer

Die richtige Wahl einer zum Verdampfungsprozess passenden Kühlmethode hat einen größeren Einfluss auf die Leistung, Wirtschaftlichkeit und Handhabung des Gesamtsystems als man zunächst glaubt. Bei der Neuanschaffung oder Umrüstung eines Rotationsverdampfersystems ist die Wahl des Kühlsystems eine der zentralen Entscheidungen, die nicht nur den späteren Durchsatz, sondern auch die Arbeitsabläufe im Labor bestimmt. Auch wirtschaftliche Faktoren, wie die Amortisationszeit und laufenden Kosten sowie die Nachhaltigkeit sollten betrachtet und bei der Entscheidung für oder gegen eine Variante zur Kühlung berücksichtigt werden.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Welche Aufgabe hat die Kühlung beim Verdampfungsprozess?**
- 2 Welche Optionen zur Kühlung gibt es bei Rotationsverdampfern und was sind ihre jeweiligen Vor- und Nachteile?**
 - 2.1 Glaskondenser mit Trockeneis**
 - 2.2 Glaskondenser mit Kühlwendeln und Wasserkühlung**
 - 2.3 Glaskondenser mit Kühlwendeln und Umlaufkühler**

1 Welche Aufgabe hat die Kühlung beim Verdampfungsprozess?


Der Aufbau eines klassischen Rotationsverdampfers kann grob in zwei Bereiche geteilt werden: Den Heizbereich, in dem der Dampf durch Wärmeeintrag, Vakuum und Rotation erzeugt wird und den Kühlbereich, in dem der Dampf wieder zur Flüssigkeit kondensiert und aufgefangen wird (Abb. 1).

Für einen performanten Prozess ist es daher wichtig, dass die beiden Bereiche ausgewogen sind: Wird mehr Dampf erzeugt, als kondensiert werden kann, wird Lösungsmittel verloren und die Vakuumpumpe oder Umgebung kontaminiert. Ist die Kühlung überdimensioniert, so wird die vorhandene Kühlfläche nicht ausgenutzt und der Prozess läuft zu langsam – oder bei hochsiedenden Medien gar nicht.

Die Wahl des richtigen Kühlsystems ist also essentiell für einen stabilen, sicheren und performanten Verdampfungsprozess.



Abb. 1: Verdampfungsprozess am Rotationsverdampfer



2 Welche Optionen zur Kühlung gibt es bei Rotationsverdampfern und was sind ihre jeweiligen Vor- und Nachteile?

Betrachtet man die Möglichkeiten zur Kühlung bei Rotationsverdampfern, so gibt es drei Hauptvarianten:

- 2.1 Glaskondenser mit Trockeneiskühlung
- 2.2 Glaskondenser mit Kühlwendeln mit Wasserkühlung
- 2.3 Glaskondenser mit Kühlwendeln, kombiniert mit einem Umlaufkühler

Da alle Varianten ihre Vor- und Nachteile besitzen, werden sie im Folgenden hinsichtlich der Faktoren Sicherheitsaspekte, Handhabung, Nachhaltigkeit und Kosten einzeln betrachtet.

2.1 Glaskondensier mit Trockeneiskühlung



Abb. 2: Eiskristalle aus Luftfeuchtigkeit bilden sich im Trockeneiskühler zwischen den Anwendungen

Installation, Betrieb und Wartung:

Die Installation eines Glaskondensers mit Trockeneiskühlung ist denkbar einfach: Er wird am Rotationsverdampfer festgeschraubt, mit der Vakuumquelle verbunden und ist dann bereit, befüllt zu werden. Hier muss man etwas Geduld mitbringen, denn besonders am Anfang der Befüllung neigt das Lösungsmittel bei der Zugabe von Trockeneis zum Spritzen.

Hat man den Glaskondensier fertig befüllt, ist er auch schon einsatzbereit. Gearbeitet werden kann dabei recht unflexibel mit nur einer Ausgangskühltemperatur, $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dies ist vorteilhaft, wenn man mit extrem leichtsiedenden Lösungsmitteln wie Diethylether oder Pentan arbeitet. Beim Verdampfen von höher siedenden Medien wie Wasser oder gar DSMO stößt der

Trockeneiskühler jedoch an seine Grenzen: Entweder das Kühlmedium wird extrem schnell verbraucht und muss ständig nachgefüllt werden, oder die schwer siedende Substanz geht gar nicht bis in den Auffangkolben über, weil sie vorher bereits kondensiert. Steht das System mit Trockeneiskühler längere Zeit unbenutzt offen, so scheidet sich Luftfeuchtigkeit in Form von Eiskristallen am Glaskondensier ab (Abb. 2), die zu einer unerwünschten Kontamination des Destillats mit Wasser führen kann. Hinsichtlich der Handhabung schneidet der Trockeneiskühler daher nur befriedigend ab.

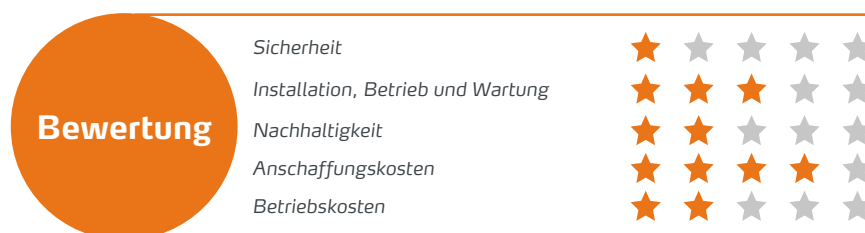
Sicherheitsaspekte:

Betrachtet man die Sicherheit von Trockeneiskühlern, so fällt zum einen das von der Kühlmischung ausgehende Risiko auf. Die Mischung, meist bestehend aus Trockeneis und Isopropanol oder Aceton besitzt eine Temperatur von $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Beim Umgang mit dem Medium ist eine entsprechende Schutzausrüstung notwendig, um Verbrennungen zu verhindern. Durch den starken Temperaturunterschied im System muss vor allem die Nachspeisung des Glaskondensers mit Trockeneis-Pellets während des Prozess vorsichtig erfolgen, da die Erschütterung im unter Vakuum stehenden Glas sonst zu Rissen führen kann. Wird ein Trockeneiskühler unbeaufsichtigt oder mit ungeeigneten Lösungsmitteln betrieben, kann es sogar zum Verdampfen des Lösungsmittels aus dem Glaskondensier kommen.

Nachhaltigkeit und Kosten:

Im Vergleich zu Glaskühlern mit Kühlwendeln ist die Anschaffung eines Trockeneiskühlers geringfügig teurer, jedoch im Vergleich zu einem System samt externem Umlaufkühler noch immer günstiger. In puncto Nachhaltigkeit und Kosten schlägt beim Glaskondensier vor allem der Verbrauch an Trockeneis und Lösungsmittel zu Buche. Häufig wird das zum Kühlen verwendete Lösungsmittel am Ende des Arbeitstags entsorgt. Diese Kosten können sich bei häufigem Gebrauch des Rotationsverdampfers schnell summieren. Durch den ständigen Verbrauch der beiden Komponenten zur Kühlung schneidet der Trockeneiskühler auch in Bezug auf die Nachhaltigkeit nicht optimal ab.

Beim Faktor Nachhaltigkeit und Kosten kann der Trockeneiskühler damit trotz der vergleichsweise geringen Anschaffungskosten nicht überzeugen.



2.2 Glaskondenser mit Kühlwendeln mit Wasserkühlung

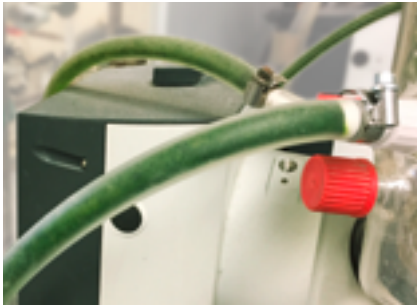


Abb. 3: Algenbildung in den Kühlwendeln und Kühlwasserschläuchen

Installation, Betrieb und Wartung:

Im Vergleich zum Glaskondenser mit Trockeneis erfordert die Installation des wassergekühlten Kondensers mehr Aufwand: Zusätzlich zur Fixierung am Rotationsverdampfer und dem Anschluss an die Vakuumquelle müssen hier Ein- und Ausgang des Kühlmediums verschlaucht werden. Dadurch nimmt der Aufbau auch etwas mehr Platz in Anspruch und erfordert einen Wasseranschluss in unmittelbarer Nähe. Die Inbetriebnahme ist dann jedoch ein Kinderspiel: Das Kühlwasser wird aufgedreht und der Rotationsverdampfer ist sofort einsatzbereit. Da dieses nicht temperaturreguliert werden kann, bleibt einem jedoch wenig Spielraum, diese an den Prozess anzupassen.

Das Verdampfen von hochsiedenden Medien wie DMSO kann damit zur Herausforderung werden. Hinsichtlich der Wartung ist vor allem das Thema der Algenbildung im Glaskondenser und in den Schläuchen ein häufiges Ärgernis: Diese setzen sich, einmal in den Kreislauf geraten, in den Kühlwendeln und an den Schlauchinnenwänden fest und sind sehr schwer wieder zu entfernen. (Abb. 3)

Insgesamt schneidet der wassergekühlte Glaskondenser hinsichtlich Installation, Betrieb und Wartung gut ab.

Sicherheitsaspekte:

Hinsichtlich der Sicherheit gibt es beim Glaskondenser mit Kühlwendeln weniger zu beachten, als bei dem mit Trockeneis-Kühlung. Für den uneingeschränkten Dauerbetrieb sollte allerdings ein Wasserwächter installiert werden, der im Fall eines abspringenden oder platzenden Schlauchs die Wasserzufuhr stoppt, um ein unbemerktes Weiterlaufen des nachgeführten Wassers zu verhindern. Häufig kommt es zum Abspringen der Schläuche, wenn das Wasser mit zu starkem Druck aus der Leitung auf die

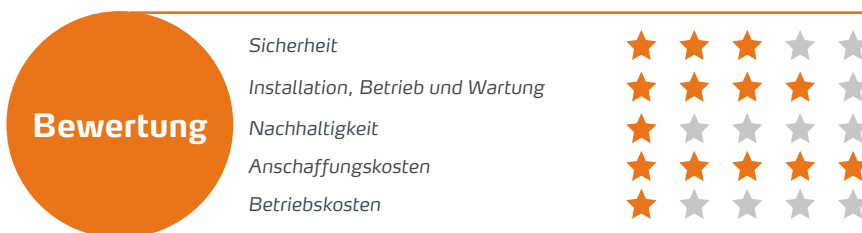
Schlaucholive trifft, weil der Hahn zu weit aufgedreht wurde. Besonders kritisch ist dieser Fall, wenn der Rotationsverdampfer direkt an der Wasserleitung oder einen zentralen Kühlkreislauf mit großem Volumen angeschlossen ist und das Wasser im schlimmsten Fall über Nacht weiterläuft.

Glasbruch durch zu große Temperaturunterschiede ist hier eher nicht zu erwarten, da das Kühlwasser meist eine Temperatur zwischen 15 und 20 °C hat.

Nachhaltigkeit und Kosten:

Glaskondenser mit Kühlwendeln sind in vielen Varianten erhältlich. In der Regel liegt ihr Preis jedoch unter dem eines Trockeneiskühlers. Der größte Kostenpunkt, wenn Wasser als Kühlmedium verwendet wird, entsteht, wenn der Glaskondenser direkt an die Wasserleitung angeschlossen wird, weil kein Kühlkreislauf zur Verfügung steht. Der Wasserverbrauch bei Standardkondensern liegt bei etwa 8 l/min. Über einen Arbeitstag summiert sich die Menge an verbrauchtem Wasser damit auf bis zu 3.840 Liter.

Dies ist nicht nur ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor, sondern auch hinsichtlich der Nachhaltigkeit dieser Lösung äußerst bedenklich.



2.3 Glaskondenser mit Kühlwendeln, kombiniert mit einem Umlaufkühler



Abb. 4: Rotationsverdampfer-System mit Umlaufkühler

Installation, Betrieb und Wartung:

Die Installation des Glaskondensers mit einem Umlaufkühler unterscheidet sich nicht maßgeblich von der wassergekühlten Variante. Anstelle den Ein- und Auslassschlauch mit einer Wasserleitung zu verbinden, werden die Schläuche hier am Umlaufkühler installiert, welcher dann mit dem Kühlmedium befüllt wird. Diesen Kühlmedien sind häufig Stoffe zugesetzt, die ein Wachstum von Algen verhindern. Ein enormer Vorteil der Verwendung eines Umlaufkühlers ist die Möglichkeit, die Kühltemperatur zu regulieren. Wird ein besonders breites Spektrum an Hoch- und Tiefsiedern verarbeitet, so kann die Temperatur nach Bedarf angepasst werden, um jederzeit eine optimale Auslastung des Glaskondensers und

damit die bestmögliche Leistung zu gewährleisten. Manche Systeme erlauben sogar die zentrale Steuerung des Umlaufkühlers über eine Schnittstelle zum Rotationsverdampfer. So wird das Arbeiten besonders bequem. Einen kleinen Nachteil stellt die Vorlaufzeit dar, die der Kühler benötigt, um auf die gewünschte Kühltemperatur herunter zu kühlen. Erst bei Erreichen der benötigten Temperatur sollte der Verdampfungsprozess gestartet werden.

Insgesamt stellt diese Lösung eine gute Alternative hinsichtlich Installation, Betrieb und Wartungsaufwand dar.

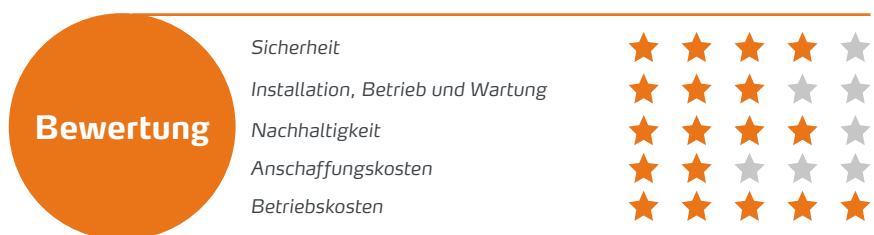
Sicherheitsaspekte:

Sicherheitstechnisch ist der Glaskondenser mit Kühlwendeln in Kombination mit einem Umlaufkühler ähnlich zu bewerten wie das wassergekühlte System. Allerdings birgt sich hier der Vorteil, dass im Fall eines abspringenden oder platzenden Schlauchs ein endliches, kleineres Volumen an Flüssigkeit austritt. Zudem gibt es bei Umlaufkühlern die Möglichkeit, den Förderdruck zu bestimmen. Damit sinkt das Risiko, dass durch zu hohen Druck des Kühlmediums ein Schlauch abspringt.

Nachhaltigkeit und Kosten:

Natürlich ist die Anschaffung eines Systems mit Umlaufkühler deutlich teurer, als die der beiden anderen Varianten. Jedoch sind die laufenden Kosten vergleichsweise gering. Das Kühlmedium kann, da es sich in einem geschlossenen Kreislauf befindet, lange verwendet werden, bevor es ausgetauscht werden muss. Die Stromkosten für den Betrieb liegen in der Regel deutlich unter den Betriebskosten der anderen beiden Systeme, sodass die Anschaffung sich bald amortisiert hat.

So kommt man beispielsweise bei der Kombination eines leistungsstarken 1200 Watt Umlaufkühler mit drei Rotationsverdampfern und einer hohen Auslastung auf eine Amortisierung innerhalb von 4 Monaten.





Noch Fragen?

Kontaktieren Sie uns:

Heidolph Instruments GmbH & Co. KG

+49 9122 9920-0

sales@heidolph.de

Weiterführende Links:

[Heidolph Rotationsverdampfer](#)

[Heidolph Umlaufkühler](#)

[Umlaufkuehler-Auswahl-Matrix](#)