

# Verfahrenstechnische Beschreibung

Kryogene Chemie mit dem  
**ALASKA™**-Verfahren



# Eiskalt reagieren

Bei der Synthese metallorganischer Verbindungen geht es immer um die sichere und kontrollierte Führung der chemischen Reaktion. Durch das Einhalten kryogener Temperaturen bis hinab zu  $-120\text{ °C}$  während der Reaktion kann diese so kontrolliert werden, dass die gewünschten Produkte mit einem möglichst kleinen Anteil an unerwünschten Nebenprodukten entstehen.

Das **ALASKA™**-Verfahren von Air Liquide erfüllt durch seine Schnelligkeit und Flexibilität genau die Anforderungen der Betreiber an ein entsprechendes Kühlsystem für den Reaktionsbehälter:

- Stufenloses Kühlen des Reaktionsgemisches bis zu  $-120\text{ °C}$
- Örtlich und zeitlich homogene Temperaturverteilung im Reaktionsbehälter
- Stufenloses Heizen des Reaktorinhalts bis zu  $+200\text{ °C}$
- Schnelles Umtemperieren auch großer Reaktoren z. B. von Raumtemperatur auf  $-100\text{ °C}$  in ca. 1 bis 2 Stunden
- Umweltschonendes Kältemittel

## Flüssiger Stickstoff als Kältemittel

Das **ALASKA™**-Verfahren nutzt als primäre Kältequelle flüssigen Stickstoff, der sich aufgrund seines niedrigen Siedepunkts von  $-196\text{ °C}$  und seines inerten Charakters als ideales Kältemittel für die kryogene Reaktorkühlung anbietet. Das Verfahren arbeitet mit einem sekundären Wärmeträgerkreislauf, der zwischen die Kältequelle Stickstoffflüssig und den Reaktor geschaltet wird (Abb. 1). Der Wärmeträgerkreislauf ermöglicht bei geeigneter Wahl des Wärmeträgermediums sowohl das Kühlen auf tiefe Temperaturen als auch das Beheizen des Reaktors. Im Kühlmodus wird der Wärmeträgerkreislauf in einem Kreislaufkühler

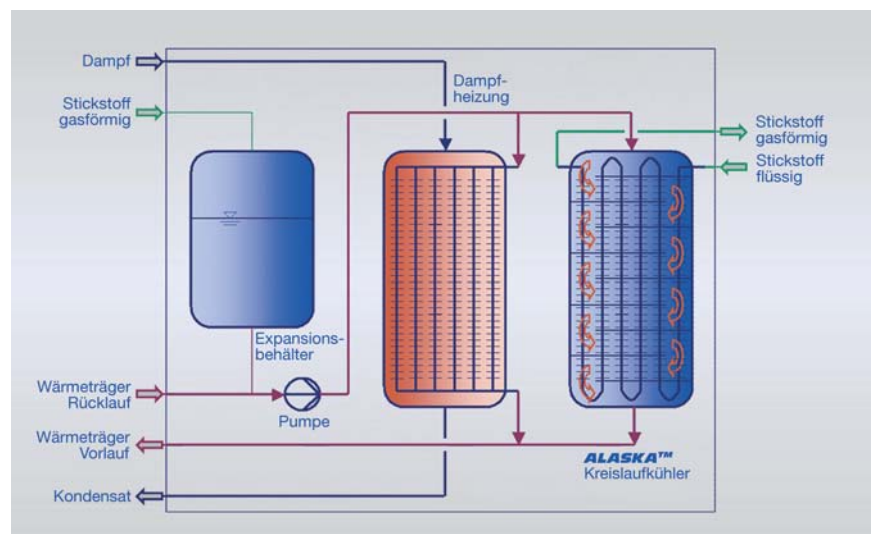


Abb. 1: **ALASKA™**-Verfahrensfließbild

durch flüssigen Stickstoff gekühlt. Der Stickstoff verdampft beim Wärmeübergang und ist nach dem Anwärmen für weitere Applikationen wie z. B. zum Inertisieren einsetzbar. Im Heizmodus wird die Stickstoffzufuhr zum Kreislaufkühler unterbrochen. Das Anwärmen des Wärmeträgers erfolgt bei kleineren Heizleistungen über einen elektrischen Strömungserhitzer und bei größeren Heizleistungen über einen dampf-beheizten Wärmeaustauscher. Durch geringe Temperaturdifferenzen zwischen Kühlmedium und Produkt ist der Reaktorinhalt sehr schonend und gleichmäßig zu temperieren. So ist auch die Synthese von Produkten möglich, die bei einer zu starken Unterkühlung nicht produziert werden können, da sie z. B. durch Belagbildung auf den Kühlflächen Schaden nehmen würden.

## Wärmeträger für unterschiedliche Anforderungen

Die physikalischen Eigenschaften des Wärmeträgers bestimmen entscheidend die Einsatzbreite des **ALASKA™**-Verfahrens. Das Medium sollte folgende Kriterien erfüllen:

- Gute Wärmeübertragungseigenschaften
- Geringe Viskosität, speziell im Tieftemperaturbereich
- Niedriger Schmelzpunkt
- Hoher Siedepunkt
- Gute Umweltverträglichkeit

Diesen Anforderungen entsprechend gibt es unterschiedliche, in der Praxis etablierte Medien.

# Flexible Kälte

## Vergleich Stickstoffkälte zu konventionellen Kältemaschinen

Es ist relativ aufwendig, konventionelle Kältemaschinen für den angestrebten Tieftemperaturbereich zu bauen. Bei den hier ablaufenden Reaktionen handelt es sich durchweg um so genannte Batch-Reaktionen. Das heißt, der Reaktor wird ständig umtemperiert und das System wechselt regelmäßig zwischen Kühl- und Heizphasen.

Dieses stetige An- und Abfahren kann bei den Kompressoren von Kältemaschinen zu einem erhöhten Verschleiß mit entsprechendem Wartungsaufwand führen.

Außerdem rechnet sich in vielen Fällen die Investition in eine den Anforderungen entsprechend ausgelegte Kältemaschine nicht, da die Tieftemperaturreaktionen oft nur für zeitlich begrenzte Produktionskampagnen erforderlich sind. Zusätzlich erwarten die Anwender ein schnelles Umtemperieren. Auch hier bietet flüssiger Stickstoff im Vergleich zu Kältemaschinen erhebliche Vorteile: Mit nur geringem Aufwand lässt sich die Spitzenkühlleistung erhöhen. Die Auslegung einer mechanischen Kältemaschine auf die Spitzenleistung führt dagegen in der Regel zu einem gravierenden Anstieg der Investitionskosten.

Beim **ALASKA™**-Verfahren kommen nur wenige bewegte Teile zum Einsatz.

Der Verschleiß und damit der Wartungsaufwand fallen also denkbar gering aus. Der einfache Verfahrensaufbau sichert eine äußerst hohe Verfügbarkeit der Anlage, die sich z. B. durch eine redundante Ausführung der Pumpen noch weiter erhöhen lässt. Die hohe Verfügbarkeit und Redundanz ist ein wesentlicher Vorteil: Bei einem Ausfall der Kühlung könnten z.B. exotherme Reaktionen unkontrolliert ablaufen und zu erheblichen Schäden an der Produktionsanlage führen. Darüber hinaus hat gerade bei der Synthese von pharmazeutischen Vor- bzw. Zwischenprodukten der Inhalt des Reaktors in der Regel einen sehr hohen Wert.

Technische Daten										
Kühlmodul [kW]	12	25	37	50	75	100	150	200	300	400
Heizmodul [kW]	12	25	37	50	75	100	150	200	300	400

Abb. 2: Modulgrößen

### Standard oder maßgeschneidert

Der Kunde hat die Wahl zwischen Standardanlagen oder individuellen Lösungen. Standardanlagen sind für Kühlleistungen von 5 bis 200 kW verfügbar (Abb. 2). Für größere Kühlleistungen oder bei speziellen Kundenwünschen wie z. B. Einhaltung von Werkstandards bzw. speziellen Anlagenabmessungen können die Systeme den jeweiligen Anforderungen entsprechend angepasst werden. Ob Standard oder maßgeschneidert, in beiden Fällen enden die Betrachtungen dabei nicht am Lieferumfang – Air Liquide berücksichtigt das gesamte Umfeld, um eine für den Anwender optimale Gesamtlösung zu erreichen.



Abb. 3: Maßgeschneiderte Kühlanlage zur Spitzenlastabdeckung mit 200 kW Kühlleistung

Die Anlagen sind in den meisten Fällen so genannte Package Units. Das heißt, alle Bauteile sind in einem Rahmengestell bzw. Modul fertig montiert und wärmeisoliert (Abb. 3). Diese Fertigungsmethode ist besonders für den Bau von Anlagen dieser Größenordnung geeignet, da sich so der Montage- und Zeitaufwand vor Ort auf ein Minimum reduziert.

### Vorteile auf einen Blick

- Homogene Temperaturverteilung im Produktraum
- Stufenloses Temperieren in einem weiten Temperaturbereich (Kühlen und Heizen)
- Schnelles Umtemperieren
- Geringe Betriebskosten
- Ausgesprochen betriebssicher, da kaum bewegte Teile
- Individuell anpassbar

## Kontakt

AIR LIQUIDE Deutschland GmbH  
Hans-Günther-Sohl-Straße 5  
40235 Düsseldorf  
Fon: (0211) 66 99 - 0  
Fax: (0211) 66 99 - 222  
chemie@airliquide.de



78500228

**Air Liquide** ist **weltweit führend** bei technischen und medizinischen Gasen sowie damit verbundenen Dienstleistungen und in 72 Ländern vertreten. Gestützt auf ständig verbesserte **Technologien** kann der Konzern im Einklang mit seiner Verpflichtung zu **ganzheitlicher Entwicklung** seinen Kunden **innovative Lösungen** anbieten, die bei der Herstellung zahlreicher Produkte des täglichen Bedarfs und zum Schutz des menschlichen Lebens eingesetzt werden. Air Liquide wurde 1902 gegründet und beschäftigt heute nahezu 37.000 Mitarbeiter.