

Honest Engineering with
the Refolution inside



REFOLUTION
INDUSTRIEKÄLTE GMBH

HOF

CRYO ProPhase

TA-Luft konforme und wirtschaftliche
Möglichkeit der Abluftreinigung

Möglichkeiten der TA-Luft konformen Abluftreinigung

Filtern



Aktivkohle besitzt eine große Oberfläche, die gelöste Partikel adsorbieren kann. Des Weiteren wirkt der Kohlenstoff als Reduktionsmittel und kann Oxidationsmittel wie Ozon und Chlor aus der Abluft sowie aus Brauch- und Abwasser aufnehmen.

Die aufgenommenen Substanzen reichern sich in der Kohle an. Je nach Aktivkohlentyp sind Anreicherungen von zehn bis etwa 20 Gewichtsprozent möglich, bevor es zu einem Durchbruch kommt. Erschöpfte Aktivkohle wird ausgetauscht.

Die aufgenommenen Feststoffe erhöhen den Filterwiderstand und müssen aus dem Filterbett wieder entfernt werden. Die Regeneration des Filters durch Waschen, Erhitzung oder Austausch der Aktivkohle ist möglich.

Thermische Nachverbrennung



Bei der thermischen Nachverbrennung sind Temperaturen bis zu 900°C und eine ausreichende Verweilzeit im Verbrennungsraum erforderlich. Im einfachsten Fall kann die thermische Nachverbrennung in anderen betrieblichen Verbrennungsanlagen (z.B. Kesselhäuser) erfolgen.

Anderenfalls muss die notwendige Temperatur durch zusätzliche Brennstoffe erzeugt werden. Das Verfahren wird dann sehr aufwendig und erzeugt zusätzliche Luftverunreinigungen. Die thermische Nachverbrennung der Abgase lässt sich bis auf die Fremdelemente Stickstoff, Schwefel und Halogene komplett zu Wasser und Kohlendioxid umsetzen.

Cryo-Kondensation



Bei der Cryo-Kondensation werden durch Abkühlen des Abgasstrangs, Schadstoffe aus dem Abgas kondensiert. Die Beladung eines Trägerstoffes (z.B. Stickstoff oder Luft) ist von der Temperatur abhängig und kann mit tieferen Temperaturen weniger flüchtige Gase aufnehmen. Während des Prozesses wird die zu reinigende Abluft so weit abgekühlt, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte durch Kondensation der Lösemittel eingehalten werden. Die leicht flüchtigen, organischen Komponenten im Abluftstrom liegen nach dem Prozess als flüssiges Kondensat vor und können entweder in den Produktionsprozess zurückgeführt, aufgereinigt, entsorgt oder verkauft werden.

Das Cryo-Kondensationsverfahren wird typischerweise zum Abscheiden von Alkoholen, Alkanen, chlorierten Kohlenwasserstoffen oder Aromaten eingesetzt. Die Cryo-Kondensation bietet eine effiziente und nachhaltige Lösung die Abluftreinigung wirtschaftlich zu gestalten.

TA-Luft im Detail

In der Chemie- und Pharmaindustrie sind flüchtige, organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOCs) häufig Bestandteil der Prozessabluft. Unternehmen dieser Branchen müssen anfallende Abluftströme reinigen, sodass die Beladung der Abluft mit umweltschädlichen Substanzen die gesetzlichen Grenzwerte unterschreitet. Die wohl wichtigste regulatorische Vorgabe in diesem Kontext ist die TA-Luft. Sie ist Teil des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, an deren Maßstab sich viele europäische Länder orientiert haben.

Die Immissionsanforderungen der TA Luft dienen dem Schutz der menschlichen Gesundheit, der Ökosystemen und der Vegetation vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffausstöße in der Industrie. Die Immissionsanforderungen der TA-Luft sind genau definiert.

BEISPIELE FÜR IMMISSIONSWERTE:

- Stickstoffoxide (angegeben als Stickstoffdioxid): 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (im Jahr; Schutz von Ökosystemen und der Vegetation)
- Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen (angegeben als Fluor): 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (im Jahr; Schutz vor erheblichen Nachteilen)
- Organische Stoffe: Konzentrationen von 50 mg/m^3 (z.B. Aceton, Ethanol, Heptan), für Stoffe der Klasse I 20 mg/m^3 (z.B. Dichlormethan, Trichlormethan, Methanol), für Stoffe der Klasse II 10 g/m^3 (z.B. Essigsäure)

Für die Anlagengenehmigung sind die Immissionswerte von Bedeutung, wenn die Möglichkeit besteht, dass durch eine Anlage die festgelegten Immissionswerte überschritten werden. In die Betrachtung geht die Vorbelastung im entsprechenden Gebiet zusätzlich mit ein.



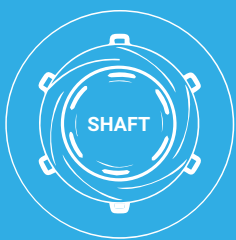


Sichere, zuverlässige Kaltluftkältetechnik (R729 / GWP 0)

Die Kaltluftmaschine ermöglicht große dynamische Lastwechsel mit einer hohen Effizienz aufgrund der stufenlos regelbaren Turboverdichter-Expander-Einheit (Compander) von Mirai Intex. Die erforderlichen Temperaturen können flexibel über die Kaltluftmaschine zwischen -40 bis -110° C (in Sonderausführungen auch bis -160° C) eingestellt werden. Dementsprechend können für unterschiedliche Prozessbedingungen optimalen Kondensationstemperaturen und verschiedene Schadstoffe die optimale Kondensationstemperatur individuell gewählt werden.

Die Aufstellung der Kaltluftmaschinen erfordert keine gesonderten Maschinenraumanforderungen,

da Betriebsdrücke von 4 bis 10 barg nicht überschritten werden und es sich weder um ein toxisches noch um ein brennbares Kältemittel handelt. Somit stellt die Kaltluftkältetechnik keine Gefahr für Mensch und Umwelt dar. Durch die luftgelagerte Compander-Einheit ist das gesamte System öl- und verschleißfrei, wodurch der Wartungsaufwand auf ein Minimum reduziert wird. Regelmäßige Dichtheitsprüfungen sind durch die Verwendung von Luft als Kältemittel nicht notwendig. Darüber hinaus ist die Technologie frei von Regularien, einfach zu skalieren und zukunftssicher.



Luftlagerung

- Keine Kontaktflächen
- Kein Öl
- Kein Verschleiß
- Kein Körperschall

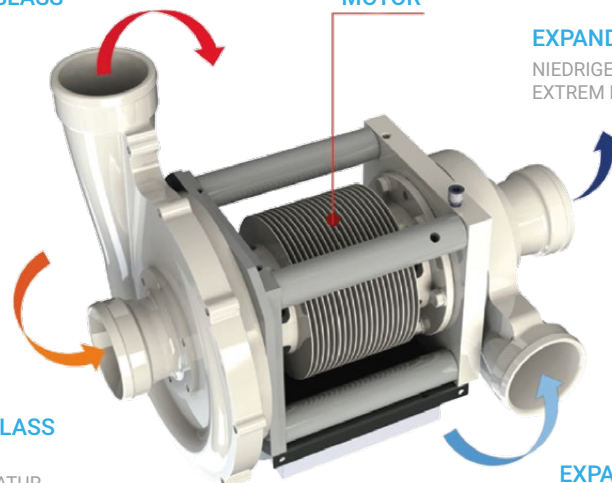
VERDICHTER AUSLASS

HOHER DRUCK
HOHE TEMPERATUR

MOTOR

EXPANDER AUSLASS

NIEDRIGER DRUCK
EXTREM NIEDRIGE TEMPERATUR



VERDICHTER EINLASS

NIEDRIGER DRUCK
MODERATE TEMPERATUR

EXPANDER EINLASS

HOHER DRUCK
NIEDRIGE TEMPERATUR



MIRAI



Mit dem Hof CryoPhase können mehrere Abgasströme mit einer klimafreundlichen und zukunftsicheren Technologie gereinigt und Lösemittel zurückgewonnen werden.

Grundlage hierfür ist die Kaltluftmaschine von Mirai Intex, welche über einen Wärmeträgerkreislauf mehrere Abgasstränge versorgt und somit die Schadstoffe innerhalb von Wärmetauschern abscheidet.



Der Hof CryoProPhase ist die zukunftssicherste, ausfallsicherste und effizienteste Lösung für die Abgasbehandlung in pharmazeutischen und industriellen Prozessen.

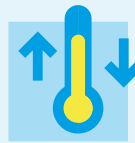
Die benutzerfreundliche Kaltlufttechnik ermöglicht eine flexible Kondensationstemperatur sowie eine schnelle Inbetriebnahme und geringen Serviceaufwand.

Der CryoProPhase besitzt einen modularen Aufbau, was eine flexible Gestaltung des Prozesses erlaubt und Bauräume optimal ausnutzt.

So können z.B. die Prozessstränge dezentral platziert werden, während die Kälte zentral von den Kaltluftmaschinen bereitgestellt wird. Zudem können die einzelnen Module vorab im Werk getestet werden und je nach Aufstellungsgröße, Inbetriebnahmezeiten minimiert werden.

**ZUKUNFTSSICHER:**

Luft als Kältemittel steht immer zur Verfügung und ist frei von Regularien

**FLEXIBEL:**

Flexible Einstellung der Kondensationstemperatur zwischen -40°C und -110°C optional bis -160°C

**UMWELTFREUNDLICH & SICHER:**

Kältemittel ausschließlich Umgebungsluft. Drücke bis maximal 10 barg

**WARTUNGSARM:**

Öl- und Verschleißfrei durch luftgelagerte Componder-Einheit

**MODULAR:**

Flexible Prozessführung und Aufstellung durch modularen Aufbau möglich

**EFFIZIENT:**

Durch Kälteerzeugung nahe der Nutzttemperatur, effiziente Kaltluftkältetechnik und Energierückgewinnung

**DYNAMIK:**

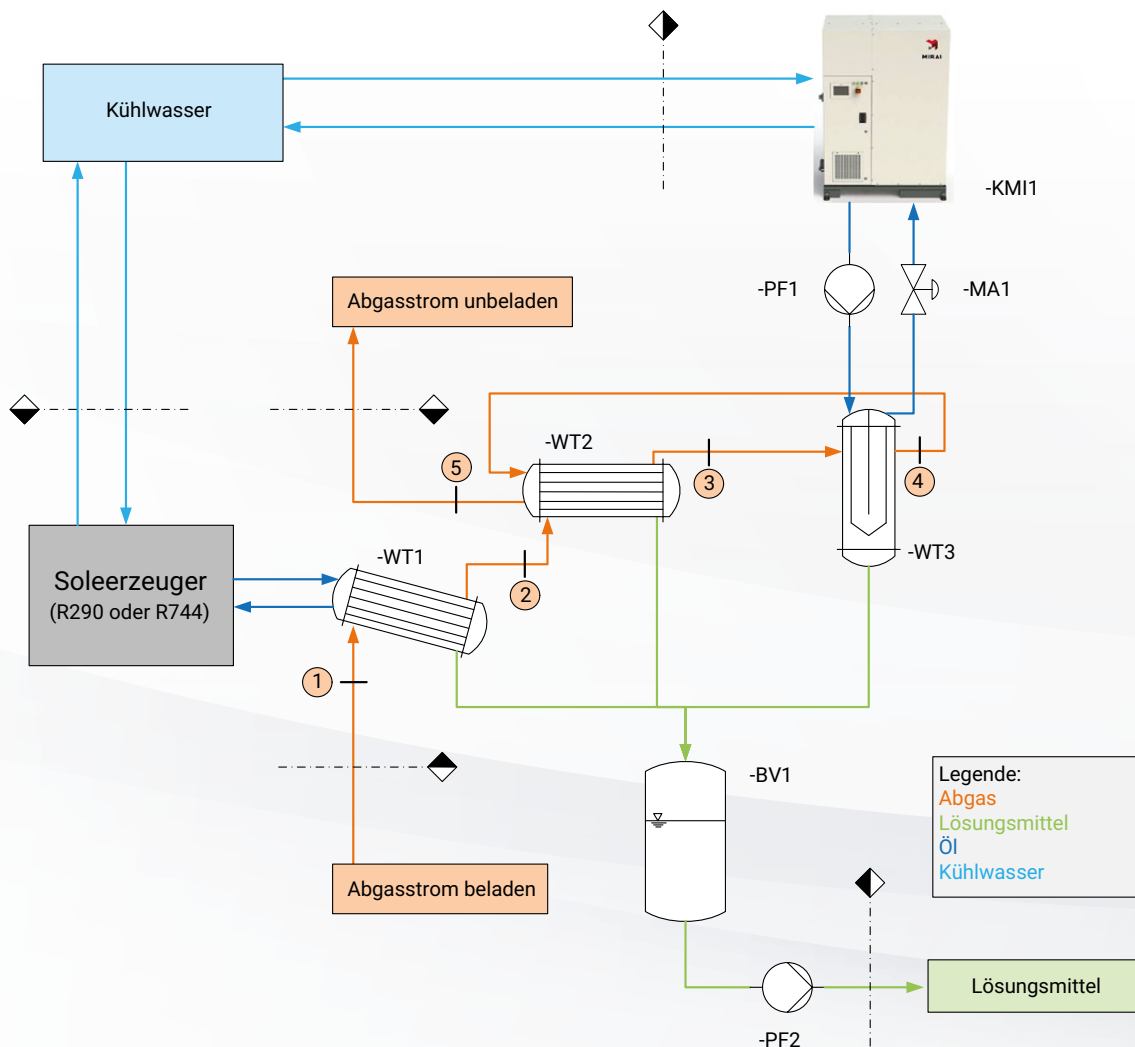
Hohe Effizienz und Einhaltung der Grenzwerte auch bei dynamischen Prozessbedingungen

**WIRTSCHAFTLICHKEIT:**

Großteil der Abgase kann vollständig recycelt und wiederverwendet werden

Cryo-Kondensation im Detail

Die Sättigungsbeladung eines Trägerstoffes, d.h. wie viel flüchtige Stoffe pro Kilogramm Trägerstoff maximal gasförmig gelöst sind, ist abhängig von der Temperatur. Bei hohen Temperaturen können mehr flüchtige Gase vom Trägerstoff aufgenommen werden. Wird ein gesättigtes Gasgemisch unterhalb seiner Sättigungstemperatur abgekühlt, kann das Trägergas weniger flüchtige Gase aufnehmen und es kommt zu einem Ausscheiden der gelösten Stoffe in den flüssigen Zustand. Das gleiche Prinzip findet z.B. bei der Kondensation von Wasser aus der Luft auf einer kalten Oberfläche statt.



Im Cryo ProPhase wird das beladene Abgas in mehrere Wärmetauschern abgekühlt und die maximale Sättigung nimmt ab. In einem Vorkühler (1→2), welcher mit einem bereits vorhandenen Solenetz oder zusätzlichen R290 (oder wahlweise R744) Soleerzeuger versorgt wird, wird ein Großteil des Lösemittels auskondensiert und besitzt in der Regel den höchsten Leistungsbedarf bei einem hohen Temperaturniveau. In einem weiteren Rekuperator (2→3) wird mit dem bereits tiefkalten und bereinigten Abgasstrom (4→5) der Abgasstrom aus dem Vorkühler weiter abgekühlt. Der Rekuperator gewinnt Energie aus der Tieftemperaturstufe (3→4) wieder und führt zu einer sehr guten Gesamteffizienz. Die Tieftemperaturstufe ist notwendig um die Grenzwerte der TA-Luft einzuhalten und erfordern meist Temperaturen von $<-70\text{ °C}$. Der Vorteil des CryoProPhase liegt darin, dass Temperaturen energetisch günstiger auf den benötigten Temperaturniveaus erzeugt werden. Zudem wird der Abgasstrom stufenweise heruntergekühlt, wodurch eine Nebelbildung und große Einfrierzonen vermieden werden.

KONTAKT



KRITERIEN	VERBRENNEN	FILTERN	KONDENSIEREN
TA-Luft Konform	+	+	+
Wartungsaufwand	0	-	+
CO ₂ -Footprint	-	0	+
Rückgewinnung	-	0	+
Anschaffungskosten	0	0	-
Sicherheitskonzept	-	0	0
Betriebskosten	0	0	+

KONTAKT



REFOLUTION
INDUSTRIEKÄLTE GMBH

REFOLUTION INDUSTRIEKÄLTE GMBH
DAS INGENIEURBÜRO FÜR NACHHALTIGE KÄLTETECHNIK

HAUPTSITZ
WINGERTGASSE 56, 76228 KARLSRUHE, GERMANY

TELEFON ++49 176 34389674
YANNICK.PRUSS@REFOLUTION.DE | WWW.REFOLUTION.DE



HOF SONDERANLAGENBAU GMBH
GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN | BE- UND ENTLADESYSTEME |
EINFRIER- UND AUFTAUGERÄTE | SERVICE | LYPOOL

HAUPTSITZ:
LUDWIG-RINN-STR. 1-3 | 35102 LOHRA | GERMANY

STANDORT MORNSHAUSEN:
VOR DEM LANGEN LOH 2 | 35075 GLADENBACH-MORNSHAUSEN |
GERMANY

TELEFON + 49 6462 9169-0 | TELEFAX + 49 6462 9169-199
INFO@HOF-SONDERANLAGEN.DE | WWW.HOF-SONDERANLAGEN.DE