

Abwärmennutzung von Druckluftanlagen zur Kälteerzeugung

apikal Drucklufttechnik GmbH und Sorption Technologies GmbH

08.06.2020

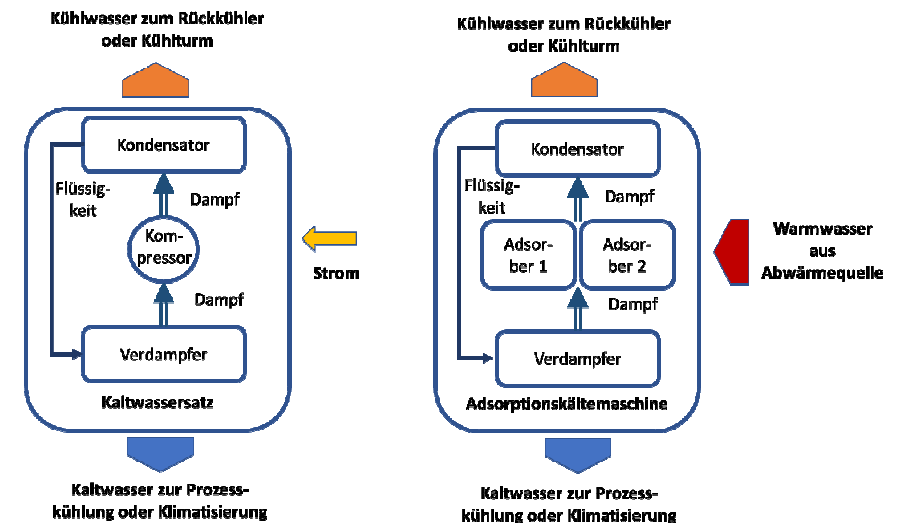
Adsorptionskältemaschinen können einen signifikanten Beitrag für eine nachhaltige Produktion leisten

Adsorptionskältemaschinen - Kälteerzeugung durch Nutzung von Abwärme an Stelle von Strom

- Verdichtung des Kältemittels Wasser durch thermische an Stelle von mechanischer Energie
- Primäre Energiequelle: Abwärme - Strom wird nur für den Betrieb von Pumpen und Ventilatoren benötigt
- Bei Antriebstemperaturen zwischen 55 and 85 C kann Abwärme von einer großen Anzahl von Prozessen genutzt werden
- Einsparpotenzial: **Bis zu 80% des Strombedarfs für die Kälteerzeugung**

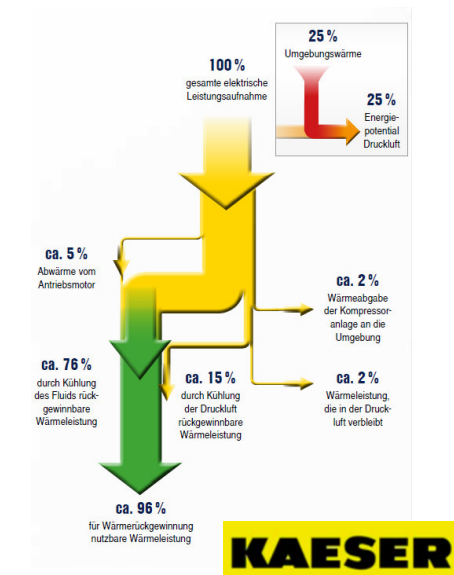
Arbeitsprinzip

- Zyklische Beheizung und Kühlung des Adsorbens (Silikagel) erzeugt die Aufnahme und Abgabe von Wasserdampf
- Damit wird das Kältemittel Wasser vom Niederdruckbereich (Verdampfer) zum Hochdruckbereich (Kondensator) transportiert
- Das flüssige Kältemittel wird wieder in den Verdampfer eingespeist.



Druckluftherzeugung - Ein ideales Einsatzgebiet von Adsorptionskälte

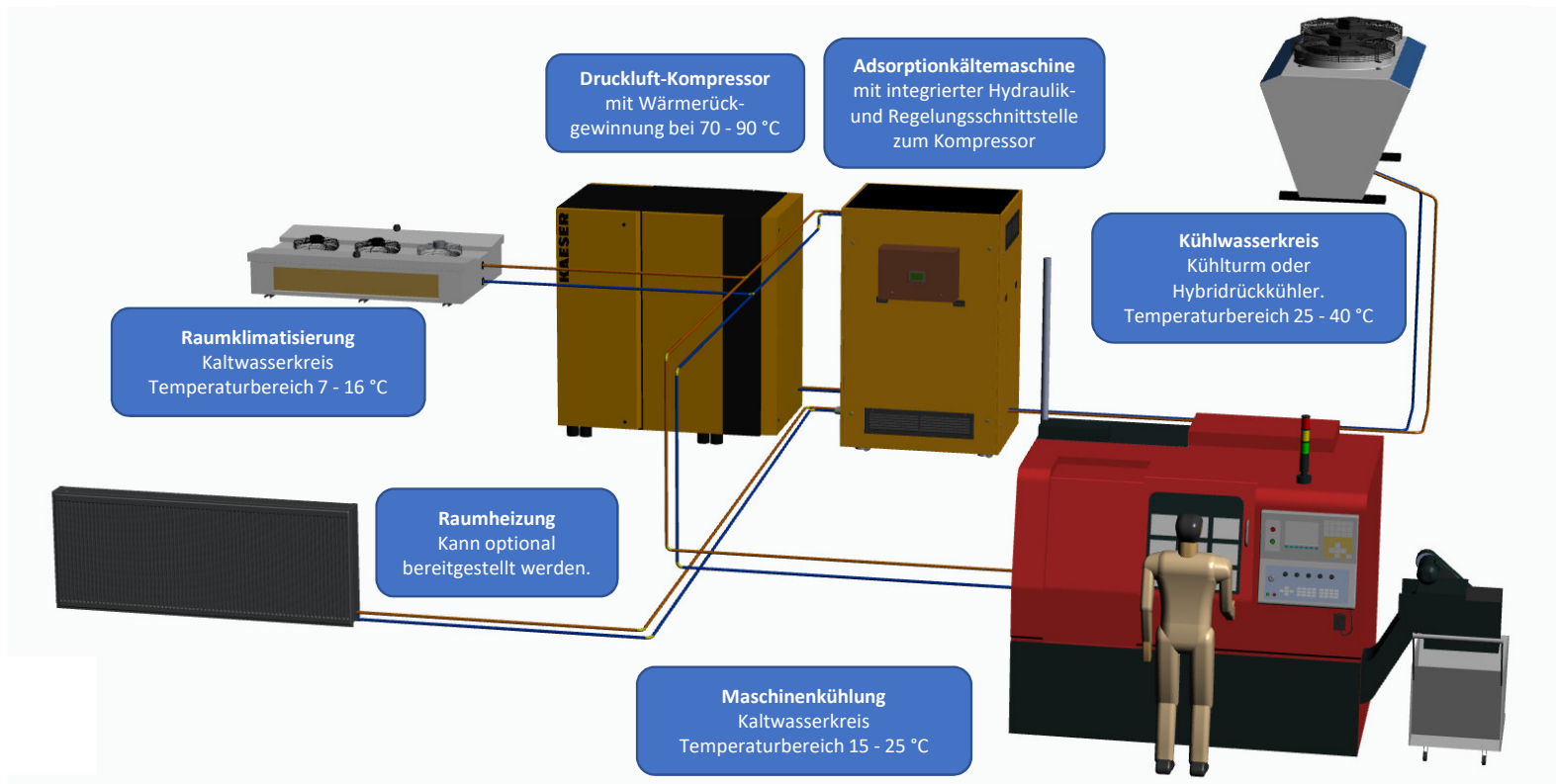
- Der Strombedarf von Druckluftanlagen entspricht etwa 70% der Gesamtkosten über die Lebensdauer eines Druckluftkompressors und etwa 94% der eingesetzten Energie wird in Abwärme umgewandelt.
- Die meisten Kompressorhersteller haben eine Wärmerückgewinnungseinheit als Standardoption integriert, mit der typischerweise Heißwasser von 70 bis 75 °C erzeugt werden kann.
- Wärmerückgewinnungstemperaturen bis 90 °C sind möglich aber unüblich, weil nur ca. 50 % der Energie zurückgewonnen werden kann und die Wartungskosten wegen der höheren Öltemperaturen steigen. Daher sind Absorptionskältemaschinen keine gute Alternative.
- Wir haben in einem gemeinsamen Projekt gezeigt, dass 75 % der Antriebsenergie von Druckluftkompressoren zum Betrieb der Adsorptions kältemaschine genutzt werden kann. Je nach Randbedingung kann 50 bis 70 % dieser Wärmemenge in Nutzkälte umgewandelt werden.
- Strom, welcher für die Druckluftherzeugung benötigt wird spart Strom ein, der für die Kälteerzeugung benötigt werden würde und reduziert somit den Gesamtstromverbrauch des Unternehmens.



Referenzprojekt Neue Zahnradwerke Leipzig (NZWL)

Quelle: apikal

Systemeinbindung von Druckluftanlagen und Adsorptionskältemaschinen



Daumenregel für vorauswahl:

Leistung Kompressor
100 kW_{el}

↓ 75%

Wärmerückgewinnung für Adsorber
75 kW_{th}

↓ 65%

Kälteleistung
49 kW_{th}

↓ 30%

Stromeinsparung
15 kW_{el}

**Jede für die Druckluft-
erzeugung benötigte
kWh spart 0,15 kWh für
die Kälteerzeugung**

Kälteerzeugungs- und Einsparpotenzial für KAESER Kompressoren

- In der nebenstehenden Tabelle sind die maximale Wärme- und Kälteleistung für verschieden Kompressortypen zusammengefasst.
- Die Leistungsangaben beziehen sich auf betriebswarme Kompressoren im Betrieb mit maximalen Überdruck und den folgenden Ein- und Ausgangstemperaturen:
 - Wärmeleistung: 45/70 °C
 - Kälteleistung: 19/16 °C, bei 30/35 °C Kühlwassertemperaturen
- Rechenbeispiel zur Berechnung des Einsparpotenzials

Einsparpotenzial für DSD 205	
Maximal verfügbare Kälteleistung	53 kW
Jahresnutzungsstunden (Prozesskälte)	6.000 h/Jahr
Leistungszahl Kaltwassersatz	4,5
Stromeinsparung	70.400 kWh/Jahr
Strompreis	0,15 €/kWh
Kosteneinsparung	10.560 €/Jahr

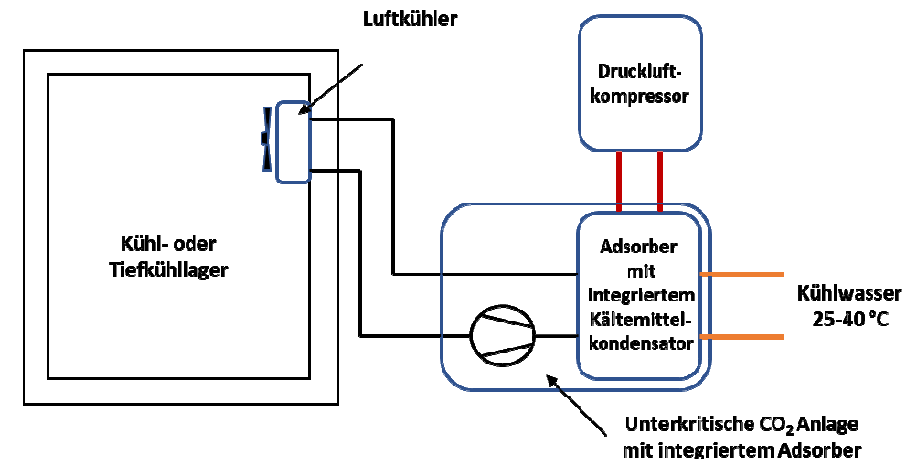
- Annahmen:**
- Kaltwassererzeugung für einen Produktionsprozess, Laufzeit 6.000 Stunden im Jahr.
 - Die vom Adsorber erzeugte Kälte reduziert den Stromverbrauch eines Kaltwassersatzes mit einer Leistungszahl von 4,5.
 - Daraus ergibt sich die errechnete Stromeinsparung, sowie die angegebene Kosteneinsparung.

KAESER Kompressoren Typ bei max. Überdruck	Motornennleistung	Max. verfügbare Leistung		Einsparpotenzial		
		Wärme	Kälte	Strom	Kosten €/Jahr	
CSD 85	8,5	45	39	23	31.200	4.680
CSD 105		55	48	29	38.400	5.760
CSD 125		75	59	35	47.200	7.080
CSDX 140	8,5	75	66	40	52.800	7.920
CSDX 165		90	80	48	64.000	9.600
DSD 145	9	75	61	37	48.800	7.320
DSD 175	8,5	90	71	43	56.800	8.520
DSD 205	8,5	110	88	53	70.400	10.560
DSD 240	8,5	132	107	64	85.600	12.840
DSDX 245	8,5	132	105	63	84.000	12.600
DSDX 305		160	130	78	104.000	15.600
ESD 375	8,5	200	162	97	129.600	19.440
ESD 445		250	187	112	149.600	22.440
HSD 662	8,5	360	291	175	232.800	34.920
HSD 722		400	323	194	258.400	38.760
HSD 782		450	348	209	278.400	41.760
HSD 842		500	374	224	299.200	44.880

Erweiterung des Einsatzpotenzials – Demoanlage für die Tiefkühlung in einem geplanten EU Projekt

Hintergrund

- Mit Wasser als Kältemittel sind die Kaltwassertemperaturen je nach Einsatzfeld auf 0-5° C begrenzt.
- Durch Kaskadenschaltung mit einem Kompressionskältekreis, kann der Einsatzbereich auf < 0°C erweitert werden.
- Diese Schaltung wurde mit getrennten Apparaten schon mehrfach umgesetzt, der Aufwand ist jedoch zu hoch.
- In einem EU-Projekt soll erstmalig eine integrierte Einheit mit einer unterkritischen CO₂-Anlage in der Praxis getestet werden.
- Die Anlage wird von den Partnern Sorption Technologies und CREA entwickelt und hat folgende Eigenschaften:
 - Der Kondensator des Kältemittels ist direkt in den Adsorber integriert.
 - CO₂-Kompressor und Adsorber werden zu einem wassergekühlter Verflüssigungssatz kombiniert.
 - Die konkrete Stromeinsparung erreicht am Auslegungspunkt (35 °C) 50% und im Jahresdurchschnitt bei ganzjährigen Betrieb ca. 30%.



Demoanlage im geplanten EU-Projekt:

- Erstmalige Integration des Systems in Kombination mit Druckluft als Wärmequelle
- Parallel dazu zwei andere Demoprojekte (Supermarktkälte mit transkritischen CO₂-Anlagen, Lagerraumkühlung (> 0°C) mit Abwärme einer Biogasanlage
- Komplette Installation und Vermessung der Anlage durch die Projektpartner
- Europaweite Information auf der zu erstellenden Projekthomepage und einem öffentlichen Bericht
- Die Anlagekosten werden komplett von den Projektpartnern übernommen.
- Bei Interesse kann das Gerät nach Projektende übernommen werden.