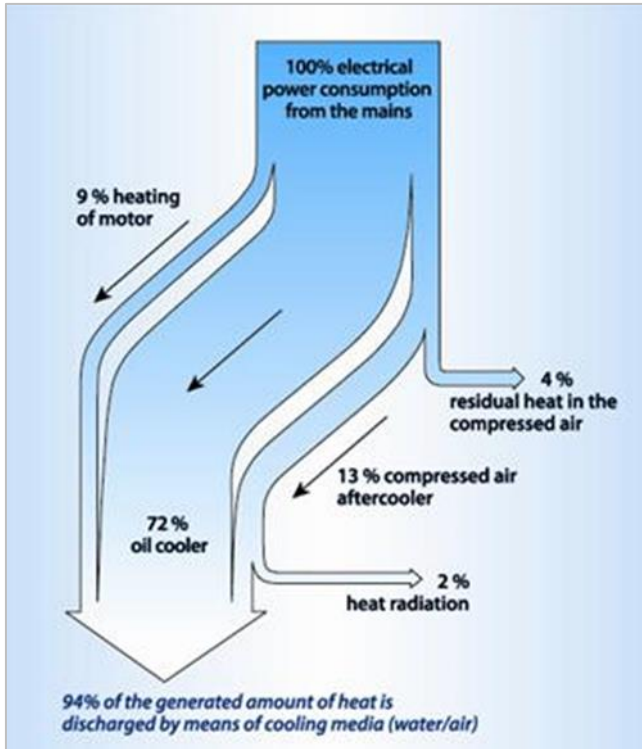




Best Practice	WÄRMERÜCKGEWINNUNG	CAIR-08
Anwendung	Abwärmenutzung aus luftgekühlten Kompressoren	
KMU Sektor	Industrie	
KMU Subsektor	Alle	
Technische Beschreibung	<p>Etwa 80 – 93 % der elektrischen Energie, welche in einen Kompressor gesteckt wird, wird in Wärme umgewandelt. Die Luft im Kompressorraum darf 35°C nicht überschreiten, da der Verdichtungsprozess dann nicht mehr optimal funktioniert. Daher ist ein Kühlsystem für den Kompressor erforderlich. In vielen Betrieben wird diese Abwärme daher einfach an die Außenluft abgegeben.</p>	
Empfehlung zur Optimierung	<p>Wärme wird beim Verdichtungsprozess abgegeben durch:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• den Kompressor selbst,</li><li>• Zwischenkühlern bei Mehrstufenverdichtern,</li><li>• Nachkühler.</li></ul> <p>Die Abwärme kann dabei für verschiedene Zwecke eingesetzt werden, abhängig von der Kühlung des Kompressors (Luft oder Wasser).</p> <p>Luftgekühlte Kompressoren eignen sich besonders gut zur Abwärmenutzung für Gebäudeheizung. Die Raumluft wird dabei durch den Nachkühler, sowie den Schmiermittelkühler geleitet. Da diese Kompressoren bereits über Wärmetauscher verfügen, ist diese Energiesparmethode kostengünstig und einfach zu installieren.</p> <p>Die Abwärme der luftgekühlten Kompressoren kann auch zur Warmwassergewinnung verwendet werden. Abhängig vom Design kann dabei Warmwasser in verschiedener Qualität erzeugt werden (Verschmutzung). Insbesondere für die Trinkwassererwärmung, für Kantinen und Großküchen, in der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie ist Warmwasser mit Trinkwasserqualität und daher der Einsatz von Sicherheitswärmetauschern erforderlich. Das Warmwasser kann auch für verschiedene industrielle Zwecke oder zur Raumheizung verwendet werden. Das von einem Kolbenkompressor erwärmte Wasser kann etwa 50°C erreichen.</p> <p>Wassergekühlte Kompressoren können ebenfalls zur Raumheizung verwendet werden, allerdings mit verringerter Effizienz. Etwa 72 % der elektrischen Leistung findet sich bei dieser Bauweise im Kühlmittel wieder.</p>	

Relevante technische Überlegungen	Für Raumheizung können beide Arten von Kompressoren (Luft/Wasserkühlung) über beide Arten von Wärmetauschern, Wasser um etwa 50 K auf bis zu 85°C erhitzen. Allerdings laufen Kompressoren nicht zu 100 % auf Volllast. Die Wärmerückgewinnung kann also nur als teilweise Substitution des konventionellen Raumheizsystems eingesetzt werden.
Grafiken und Diagramme	 <p>Abbildung 1: Wärmerückgewinnung</p>
Wirtschaftlichkeit	Einzelkosten für ein Wärmerückgewinnungssystem: 2.000 – 5.000 EUR
Energieeinsparungen	Einsparpotenzial bis zu 94 %
Wirtschaftliche Einsparungen	<p>Wirtschaftliche Einsparungen durch das Energieeinsparpotenzial.</p> <p>Die von einem Kompressor mit einer Nennleistung von 90 kW, der 2.000 Stunden/Jahr in Betrieb ist, zurückgewonnene Wärme beträgt etwa 71,5x106 kcal (dies entspricht der von einem 40-kW-Kessel erzeugten Wärmeenergie und einer Einsparung von 6.650 kg Methan, was etwa 2.600 EUR entspricht)</p>
Durchschnittliche Amortisationszeit	3 bis 6 Jahre
Emissionen	<p>0.702 kCO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub> (CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Produktion von 1 l/min Druckluft für eine Stunde).</p> <p>Diese Maßnahme führt nicht zu weiteren Emissionen.</p>



Vorteile für die Umwelt	Die positiven Auswirkungen auf die Umwelt werden durch die Reduzierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die Raumheizung erhöht.	
Nicht-Energievorteile (Mehrfachnutzen)	<input checked="" type="checkbox"/> Vorteile für die Umwelt <input type="checkbox"/> Höhere Produktivität <input checked="" type="checkbox"/> Arbeitsumfeld/Gesundheit/Sicherheit <input type="checkbox"/> Mehr Wettbewerbsfähigkeit <input type="checkbox"/> Wartung	Die dadurch eingeführte Raumheizung kann ein angenehmeres Arbeitsumfeld schaffen.
Replizierbarkeit	<p>Diese Maßnahme ist replizierbar, die Abwärme kann nämlich je nach Bauart und Kühlsystem des Kompressors (Luft oder Wasser) für verschiedene Geräte genutzt werden.</p> <p>Wärmerückgewinnungssysteme sind für die meisten auf dem Markt befindlichen Kompressoren erhältlich, entweder integriert in das Kompressorenpaket oder als externe Lösung.</p>	
Ähnliche Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CAIR-01:</b> Optimierung von Druckluftverbrauchern</li> <li>• <b>CAIR-02:</b> Optimierung des Systemdrucks</li> <li>• <b>CAIR-03:</b> Abschalten der Anlage und Verbraucher</li> <li>• <b>CAIR-04:</b> Übergeordnete Steuerung</li> <li>• <b>CAIR-05:</b> Auslegung und Bauweise der Kompressoren</li> <li>• <b>CAIR-06:</b> Netzwerk-Optimierung</li> <li>• <b>CAIR-07:</b> Reduktion von Leckagen</li> </ul>	
Praxisbeispiel	<p>Wärmerückgewinnung in der Druckluftanlage (Österreich, 2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ausgangssituation:</b> Die Druckluft-Austrittstemperatur der ölfreien Schraubenkompressoren liegt bei 140 °C. Die erzeugte Druckluft wird im Kompressorenhaus über die einzelnen Stränge verteilt und danach teilweise über Nachkühler weiter abgekühlt.</li> <li>• <b>Beschreibung der Maßnahme:</b> Das Druckluftnetz wurde aufgesplittet in einen KALTEN und einen HEISSEN Teilbereich. In einen Teilstrang, der mit heißer Druckluft versorgt wird, wurde ein Rohrbündellamellenkühler eingebaut. Ein Teil der Wärmeenergie, die sich noch in der Druckluft befindet, kann über den Rohrbündellamellenkühler ausgekoppelt werden und findet Verwendung für Heizungszwecke im werksinternen Heizungsnetz.</li> <li>• <b>Investitionskosten:</b> 47.500 EUR</li> <li>• <b>Amortisationszeit:</b> 32 Monate</li> </ul>	



<p>Quellen</p>	<p>Kulterer, K., Huber J., Ruthner H., Oetiker H., Pucher C., Steinbrugger, C. (2015): Leitfaden für Energieaudits zur Optimierung von Druckluftsystemen, klimaaktiv energieeffiziente betriebe, Wien.</p> <p>Larrabee C.: Managing Multiple-Compressor Systems: Utilizing Controls to Improve Performance.</p> <p>3E Strategy, Department of Mechanical engineering, University of cape town: How to save energy and money in compressed air systems.</p> <p>Atlas Copco, Compressed Air Manual, May 2000; verfügbar unter: <a href="https://www.atlascopco.com/en-uk/compressors/compressed-air-tips/compressed-air-manual">https://www.atlascopco.com/en-uk/compressors/compressed-air-tips/compressed-air-manual</a></p>
----------------	--

Diese Best Practice wurde im Rahmen des Impawatt-Projekts (GA-Nr. 785041) entwickelt und für das GEAR@SME-Projekt (GA-Nr. 894356) angepasst.