



Factsheet zu Kurzfristmaßnahmen für Energieeinsparung und Energiesubstitution

Wärmerückgewinnung bei der Erzeugung von Druckluft

Kategorie der Maßnahme

Gering-investiv¹

Thema der Maßnahme

Druckluft

Umsetzungszeitraum

mittelfristig

Effizienz/ Substitution

Energieeffizienz

Umsetzung durch

Mitarbeitende

Durch die Nutzung der Kompressorabwärme bei der Druckluftherzeugung können 70 bis 90 Prozent des Stromverbrauchs der Kompressoren in Form von Wärme zurückgewonnen werden.

Einordnung

Bei der Erzeugung von Druckluft erhöht sich die Temperatur der angesaugten Luft während des Verdichtungsprozesses abhängig vom Druckniveau und Volumenstrom. Dabei entsteht eine beträchtliche Menge an Wärme, denn die dem Kompressor zugeführte elektrische Energie wird durch Verluste im Motor und Verdichter zu über 40 Prozent in Wärme umgewandelt. Durch die zusätzliche Wärme der angesaugten Umgebungsluft können 70 bis 90 Prozent der elektrischen Leistung des Kompressors als Abwärme genutzt werden. Die entstehende Wärme muss abgeführt werden, um eine hohe Druckluftqualität zu gewährleisten und um eine Überhitzung des Kompressors zu verhindern. Bei Druckluftanlagen ohne Wärmerückgewinnung wird diese Wärme ungenutzt an die Umgebung abgeführt und es fällt eventuell sogar ein zusätzlicher Energiebedarf durch Kühlluftventilatoren an.

Die Möglichkeiten zur Abwärmenutzung am Druckluftkompressor hängen von der Art der Kompressoren, ihrer Kühlung, dem Druckluftsystem und den vorhandenen Wärmesenken ab.

Bei luftgekühlten Kompressoren kann die warme Abluft einfach und kostengünstig zur direkten Beheizung von Gebäuden genutzt werden. Diese Art der Abwärmenutzung lohnt sich schon bei kleinen Kompressoren ab 5 kW und kann im Winter zu deutlichen Heizkosteneinsparungen führen, wenn sich beheizte Räume oder Produktionshallen in direkter Nähe zur Kompressorstation befinden.

Bei größeren luftgekühlten Kompressoren ab 10 kW kann sich der Einbau eines Wärmetauschers in den Fortluftkanal der Kompressorkühlung lohnen. Wie auch bei wassergekühlten Kompressoren, kann dabei mit etwas höherem anlagentechnischem Aufwand als bei direkter Abluftnutzung die Abwärme bei 50 bis 90 °C über einen Wärmekreislauf zur Heizungsunterstützung oder für industrielle Prozessanwendungen, beispielsweise Reinigungs- oder Trocknungsprozesse, genutzt werden. Über den Einsatz von Hoch-

¹ Maßnahme mit sehr geringen Anschaffungs-/ Herstellungskosten, z. B. wenige hundert Euro bei kleinen Unternehmen oder wenige tausend Euro bei größeren Unternehmen.



temperatur-Wärmepumpen lässt sich so auch auf effiziente Weise Prozesswärme auf höheren Temperaturniveaus bereitstellen. Viele neuere Kompressoren sind schon ab Werk mit internen Wärmetauschern ausgestattet, aber auch eine Investition in die Nachrüstung von Druckluftsystemen zur Nutzung der Abwärme rechnet sich durch die eingesparten Energiekosten oft innerhalb kurzer Zeit.

Umsetzung

Vor der eigentlichen Umsetzung sollte eine Bestandsaufnahme aller im Betrieb eingesetzten Kompressoren mit Bauart, Leistung, Betriebsstunden und Kühlungsart durchgeführt werden. Eine direkte Abluftnutzung kommt ab einer Kompressorleistung von 5 kW infrage, eine Abwärmenutzung mit Wärmetauschern und Kühlmittelkreislauf lohnt sich in der Regel ab 10 kW. Anschließend sollten mögliche Wärme- und Kältebedarfe im Betrieb analysiert werden für die eine Nutzung der Abwärme infrage käme. Durch die Nutzung von Absorptionskältemaschinen kann die Abwärme auch zur Bereitstellung von Kälte genutzt werden. Dabei sind die räumliche Nähe zur Kompressorstation und das notwendige Temperaturniveau der Wärmeanwendung zu beachten. Sollten Wärmeverbraucher mit Versorgungstemperaturen über 90 °C vorhanden sein, sollte bei größeren Kompressorleistungen auch der Einsatz einer Hochtemperatur-Wärmepumpe geprüft werden.

Nach einem Matching der Wärmeleistung und der zeitlichen Verfügbarkeit zwischen Kompressorabwärme und potenziellen Verbrauchern kann die konkrete Planung vorgenommen werden. Dabei müssen an geeigneten Stellen Wärmetauscher in das Druckluftsystem integriert und der Verlauf der Kühlkreisläufe geplant werden. Bei der Investitionsrechnung ist zu prüfen, ob sich die Anschaffung neuer und effizienterer Kompressoren mit integriertem Wärmetauscher gegenüber der Integration von Wärmetauschern lohnt.

Die Wirtschaftlichkeit der Investition lässt sich meist, ohne viel Aufwand, anhand der Mengen der substituierten Energieträger abschätzen.

Erste Schritte bei der Umsetzung

- Bestandsaufnahme aller Kompressoren
- Analyse möglicher Wärme- und Kältesenken im Betrieb
- Auswahl von Senken nach höchster möglicher Leistung und Zugänglichkeit
- Abschätzung der Wirtschaftlichkeit (in den meisten Fällen ist diese gegeben)
- Planung und Integration der Wärmetauscher und Kühlkreisläufe
- Anschaffung neuer, drehzahl geregelter Kompressoren mit integriertem Wärmetauscher prüfen

Herausforderungen und Lösungsansätze

Beim Einbau von Wärmetauschern muss die Druckluftproduktion unterbrochen werden. Der Umbau kann daher während einer ohnehin geplanten Produktionsunterbrechung, beispielsweise während einer Anlagenrevision, durchgeführt werden.

Befindet sich die Druckluftanlage weit entfernt von möglichen Wärmesenken, steigen die Kosten aufgrund langer Rohrleitungen und die Einsparungen sinken aufgrund von Wärmeverlusten entlang der Leitungen. In diesem Fall kann sich eine integrierte Neuplanung der Kompressorstation lohnen, die auch andere Energieeffizienzmaßnahmen berücksichtigt, wie zum Beispiel den Einsatz von effizienten Kompressoren und von einer optimierten Luftansaugung bei der Erzeugung von Druckluft.

Fördermöglichkeiten

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ermöglicht im Rahmen der *Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (Modul 1: Querschnittstechnologien)* die Förderung von effizienten Druckluftanlagen und Wärmerückgewinnung mit bis zu 40 Prozent.

Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen

Die zur Verfügung stehende Abwärme reduziert sich durch andere Maßnahmen, die die Energieeffizienz der Druckluftanlage erhöhen. Beim Ersatz alter Kompressoren durch hocheffiziente, drehzahlgeregelte

Kompressoren kann die Abwärmenutzung von vornherein mit geplant werden. Bei der Integration vorhandener Kompressoren in einer Station mit übergeordneter Steuerung kann der Umbau für die Installation von Wärmerückgewinnungssystemen genutzt werden.

Co-Benefits

Wärmerückgewinnung kann zu einer besseren Kühlung der Druckluft und damit zu einer hohen Druckluftqualität beitragen und den Energieeinsatz zur Kompressorkühlung reduzieren.

PRAXISBEISPIEL

Ausstattung eines Druckluftkompressors mit einem Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung

In einem metallverarbeitenden Betrieb mittlerer Größe wird ein Kompressor mit einer Leistung von 75 kW mit einem Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung ausgestattet.

Die Abwärme wird zur Kesselunterstützung im Fertigungsprozess genutzt. Obgleich der Kompressor nur 1.600 Stunden pro Jahr betrieben wird, fiel während des Betriebs bislang eine ungenutzte Wärmeleistung von 54 kW an, was im Jahr zu einer Abwärmemenge von etwa 86.000 kWh führte.

Aufgrund des zeitlichen Versatzes von Nachfrage und Angebot und weiteren Verlusten kann nur ein Teil der Abwärme genutzt werden, was aber dennoch zu einer erheblichen Einsparung an Erdgas führt. Die geringfügig gestiegenen Stromkosten durch zusätzliche Umwälzpumpen des Wärmekreislaufs (160 kWh pro Jahr) fallen im Verhältnis zu den eingesparten Energiekosten gering aus.

Unternehmensgröße	KMU
Investitionssumme	9.200 €
Energieverbrauch (Strom)/ a	160 kWh/ a
Energieeinsparung (Gas)/ a	27.000 kWh/ a
CO ₂ -Einsparung/ a ¹	5,4 t/ a
Kosteneinsparung ²	3.487 €/ a
Amortisationszeit	2,6 Jahre
Rentabilität ³	19.000 €
Nutzungsdauer	10 Jahre

Weiterführende Informationen und Quellen

Ruppelt, E. (Hrsg.) (2003): *Druckluft-Handbuch*, Vulkan-Verlag GmbH.

Radgen, P., & Blaustein, E. (2001): *Compressed Air Systems in the European Union - Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions*, Fraunhofer Verlag.

<https://docplayer.org/53354137-Impuls-seminar-energieeffiziente-druckluft.html>

Gloor, R. (2017): *Impuls-Seminar Energieeffiziente Druckluft*, [online], <https://docplayer.org/53354137-Impuls-seminar-energieeffiziente-druckluft.html> [27.03.2023].

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): *Website zur Förderung von investiven Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Querschnittstechnologien*, [online],

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/Modul1_Querschnittstechnologien/modul1_querschnittstechnologien_node.html [10.05.2023].

¹ CO₂-Emissionsfaktor: 420 g CO₂-Äquivalent/ kWh

² Strompreis: 31,9 ct/ kWh; Gaspreis: 13,1 ct/ kWh

³ Rentabilität: Nettobarwert mit kalkulatorischem Zinssatz von 8 %



Initiative
Energieeffizienz- und
Klimaschutz-Netzwerke

Werden Sie Teil der Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke

Die Factsheets zu Kurzfristmaßnahmen für Energieeinsparung und Energiesubstitution werden von der Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke publiziert. Seit 2014 unterstützt die Netzwerkinitiative Unternehmen aller Branchen und Größen dabei, sich in Netzwerken auszutauschen und dadurch Maßnahmen für mehr Energieeffizienz und Klimaschutz zu identifizieren und umzusetzen. Die Netzwerkinitiative wird von 21 Verbänden und Organisationen der Wirtschaft gemeinsam mit der Bundesregierung getragen und von zahlreichen weiteren Projektpartnern unterstützt.

Die Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke unterstützt



Träger der Initiative




Kooperationspartner der Initiative



Geschäftsstelle





Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

Herausgeber

Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke
c/o Geschäftsstelle
Deutsche Energie Agentur (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

Dieses Factsheet entstand in Kooperation mit der Limón GmbH und IREES GmbH - Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien.

Sie möchten mehr News aus der Netzwerkinitiative erhalten?



Erhalten Sie
in Newsletter



Folgen Sie uns auf Twitter
@IEEKN_news