



## Factsheet zu Kurzfristmaßnahmen für Energieeinsparung und Energiesubstitution

# Einsatz von Wärmepumpen bei der Umstellung der Abluft- reinigung auf Kondensation

### Kategorie der Maßnahme

Organisatorisch technisch-orientiert

### Thema der Maßnahme

Wärme

### Umsetzungszeitraum

Langfristig (> 6 Monate)

### Effizienz/ Substitution

Effizienz und Substitution

### Umsetzung durch

Management und Mitarbeitende

In der chemischen und pharmazeutischen Industrie ebenso wie in allen Industriezweigen mit Beschichtungs-, Lackier- und Reinigungsprozessen bietet die Behandlung lösemittelhaltiger Abluft beträchtliche Potenzialen für die Einsparung von Energie und CO<sub>2</sub>. Durch den Einsatz von Wärmepumpen zur Bereitstellung der Wärme sowie Kälte für das Verfahren der Kondensation mit vorgeschalteter Adsorption lassen sich besonders hohe Einsparpotenziale heben.

### Einordnung

Zur Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für flüchtige organische Verbindungen (VOC) muss bei Anlagen der Beschichtungs-, Lackier- und Reinigungsindustrie die lösemittelhaltige Abluft nachbehandelt werden. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass primäre Maßnahmen zur Reduktion und Vermeidung von VOC bereits umgesetzt wurden. Der aktuelle Standard für die Abluftreinigung ist die thermische Nachverbrennung, die jedoch hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Emissionsärmere Alternativen sind die Adsorption mit anschließender Kondensation, die biologische Oxidation, die Fotooxidation sowie die katalytische Nachverbrennung.

Bei der Adsorption wird ein Abgasstrom über einen Stoff mit einer hohen reaktiven Oberfläche geleitet, um die Schadstoffe an diesem Stoff anzureichern. Häufig wird hierfür Aktivkohle eingesetzt.

Bei der Kondensation wird das Gas abgekühlt mit dem Ziel, das abzutrennende Gas zu verflüssigen, während die restlichen Bestandteile im Abgas gasförmig bleiben. Auf diese Weise können bestimmte Stoffe im Gas, zum Beispiel Lösungsmittel, gezielt abgeschieden werden. Bei der Behandlung von lösungsmittelhaltiger Abluft ist somit eine Rückführung der Lösungsmittel möglich.

Das Verfahren der Kondensation mit vorgeschalteter Adsorption ist als Alternative zur thermischen Nachverbrennung hervorzuheben, da Wärmepumpen hier besonders effizient eingesetzt werden können. Denn diese können sehr hohe Wirkungsgrade erreichen, wenn sie sowohl Wärme wie auch Kälte bereitstellen. Wärme wird bei der Adsorption zum Lösen der Lösemittel aus dem Aktivkohlefilter benötigt, Kälte für die Kondensation der Lösemittel aus der Abluft.

Zudem kann die Abwärme der Wärmepumpe für weitere Prozesse im Unternehmen genutzt werden. Der Einsatz von Wärmepumpen zum gleichzeitigen Heizen und Kühlen bietet sich bei allen Branchen an, in denen im großen Umfang thermische Prozesse stattfinden.

### Umsetzung

Grundlegend sollten zunächst Maßnahmen überprüft werden, die zu einer Reduktion des Einsatzes organischer Lösungsmittel führen. Für die Umstellung auf eine Kondensation mit vorgeschalteter Adsorption ist



zu prüfen, ob sich die vorhandenen Anlagen mit Abgasen hierfür eignen. Das wesentliche Ausschlusskriterium sind mögliche toxische Bestandteile in der lösungsmittelhaltigen Abluft, die eine Rückgewinnung verhindern können. Deswegen ist zunächst die lösungsmittelhaltige Abluft zu erfassen und zu messen.

Über die Analyse der Bestandteile in der Abluft und eine Betrachtung des Massenstroms ergibt sich, ob eine Umrüstung auf eine Kondensation zur Rückgewinnung der Lösungsmittel möglich ist und welche anderen Abgasreinigungsmöglichkeiten einsetzbar wären. Hierfür sind entsprechende Fachexpertinnen und -experten einzubeziehen.

Bei einer positiven Entscheidung kann in einem nächsten Schritt überprüft werden, ob der Einsatz einer Wärmepumpe in Frage kommt. Hierfür sind die thermischen Prozesse im Unternehmen zu untersuchen und auf die Kompatibilität mit einer Wärmepumpe zu überprüfen. Kann eine Wärmepumpe eingesetzt werden, ist zu prüfen, ob diese sowohl die Wärme als auch Kälte für die Prozesse der Kondensation und Adsorption bereitstellen kann.

Die Maßnahme ist mit einem vergleichsweise großen Aufwand verbunden, da der gesamte Prozess der Abluftreinigung umgestellt werden muss und ein Technologiewechsel erfolgt. Für die entsprechende Dimensionierung und fachgerechte Umsetzung müssen Ingenieure beziehungsweise Fachexpertinnen hinzugezogen werden.

Bei erfolgreicher Umsetzung der Maßnahmen kann die Wärmepumpen einen COP von 7 bis 10 erreichen und somit zu Energieeinsparungen von bis zu 95 Prozent im Vergleich zur thermischen Nachverbrennung führen. Damit geht auch eine erhebliche Kostenreduktion einher. Gleichzeitig führt die Rückgewinnung der Lösungsmittel dazu, dass diese nicht verbrannt werden und somit die Umwelt belasten, hauptsächlich durch die Emission von CO<sub>2</sub>.

## Erste Schritte bei der Umsetzung

- Überprüfung primärer Maßnahmen, um den Einsatz organischer Lösungsmittel zu reduzieren
- Messen & Erfassen der lösungsmittelhaltigen Abluft
- Möglichkeit des Einsatzes der Adsorption über Kondensation prüfen (unter Einbezug der Konzentration der einzelnen VOC, Emissionsgrenzwerte und weiterer Faktoren)
- Überprüfung der Integration einer Wärmepumpe in den Prozess
- Überprüfung der kombinierten Bereitstellung von Wärme im Unternehmen und Kälte für die Kondensation durch die Wärmepumpe
- Umsetzung mit Ingenieurbüro und technischen Dienstleistern

## Herausforderungen und Lösungsansätze

Der Einsatz der Kondensation ist abhängig vom Gehalt der Lösungsmittel in der Abluft. Ist dieser zu gering, ist eine Rückgewinnung nicht möglich oder nicht wirtschaftlich. Entsprechend kann wie bereits beschrieben eine vorherige Adsorption erfolgen, um den Anteil im Abluftstrom zu erhöhen.

Eine weitere Herausforderung sind Begleitstoffe in der Abluft, beispielsweise Stäube, Nebel, Säuren, Hochsieder oder Ammoniak. Falls diese Begleitstoffe vorhanden sind, ist eine Kondensation nicht möglich. Entsprechend sind dann andere Optionen zu betrachten, die im Vergleich zur thermischen Nachverbrennung eine effizientere Abgasreinigung ermöglichen: etwa die biologische Oxidation, die Fotooxidation oder die katalytische Nachverbrennung. Der Einsatz einer Wärmepumpe wäre für diese Verfahren ebenfalls neu zu bewerten.

## Fördermöglichkeiten

Die Umstellung der Abgasreinigung auf effizientere und CO<sub>2</sub>-ärmere Verfahren ist förderfähig. Im Wesentlichen fällt die Umstellung unter Modul 4 (Energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen) der Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.



## PRAXISBEISPIEL

### Intelligentes Wärmepumpensystem: hält die Luft rein und schont Ressourcen

Die Firmen SIMAKA GmbH und Albert Rechtenbacher GmbH haben eine automatische Kunststofflackierstraße energetisch modernisiert. In diesem Rahmen wurde eine Kondensation mit vorgeschalteter Adsorption bei der Abluftbehandlung umgesetzt. Dieses Verfahren ersetzt die thermische Nachverbrennung. Die Energie für die Kondensation und Adsorption wird hierbei über eine Wärmepumpe bereitgestellt.

Durch die energetische Modernisierung kann eine jährliche Energieeinsparung von 1.243 MWh erzielt werden. Darüber werden 95 Prozent des Gasverbrauchs eingespart. Durch die Maßnahme können insgesamt etwa 1.100 MWh Gas und somit ca. 51.000 € an Betriebskosten pro Jahr eingespart werden. Aufgrund der geringen VOC-Konzentrationen in der Abluft erfolgt die Aufkonzentration über zwei abwechselnd beladbare Aktivkohlefilter. Der Wärmebedarf für die Reinigung der Filter wird durch die frei werdende Kondensationswärme (Abkühlung auf - 25 bis - 30 °C bei Abscheidung VOC) über eine Wärmepumpe gedeckt. Diese erreicht mit den erforderlichen Temperaturniveaus eine hohe Leistungszahl (COP) von 7 bis 10. Weiterhin wird die Abwärme der Wärmepumpe zur Erwärmung des Reinigungswassers und zur Gebäudeheizung genutzt. Zusätzlich können etwa 1 bis 2 t Lösemittel zurückgewonnen werden. Dies führt zu einer Ausgabenreduktion von in etwa 6.000 € pro Jahr.

Unternehmensgröße	<b>mittel</b>
Investitionssumme <sup>1</sup>	<b>100.000 €</b>
Energieeinsparung (Strom)/ a	<b>143 MWh</b>
Energieeinsparung (Gas)/ a	<b>1.100 MWh</b>
CO <sub>2</sub> -Einsparung/ a	<b>309 t</b>
Kosteneinsparung <sup>2</sup>	<b>51.000 €</b>
Amortisationszeit	<b>0 – 3 a</b>
Rentabilität	<b>Gut</b>
Nutzungsdauer	<b>15 – 20 a</b>

#### Weiterführende Informationen und Quellen

Flör, L-, Freund, M., Gründig, D. (2023): *Effizient organische Lösemittel entfernen*, Umweltmagazin Bd. 53, Nr. 5 – 6.

Umwelttechnik BW (2019): *Intelligente Wärmepumpen zur Luftreinhaltung und Ressourcenschonung*, [online], <https://www.umwelttechnik-bw.de/de/intelligente-waermepumpen-luftreinhaltung>, [21.08.2023].

<sup>1</sup> Berechnung aus Praxisbeispiel entnommen

<sup>2</sup> Eingesparte Kosten aufgrund der Gaseinsparung

## 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

### Sie möchten mehr News aus der Netzwerkinitiative erhalten?



Abonnieren Sie unseren Newsletter



Folgen Sie uns auf Twitter  
@IEEKN\_news