

# Abwärme RICHTIG NUTZEN. Potentiale EINFACH SCHÄTZEN.



# Inhalt

|           |   |
|-----------|---|
| <b>03</b> | <b>EINLEITUNG</b>   |
| <b>04</b> | <b>ABWÄRME RICHTIG NUTZEN.</b>                                |
| 04        | Was ist Abwärme?  |
| <b>05</b> | <b>VERMEIDEN ODER NUTZEN?</b>                                 |
| 05        | Vermeiden   |
| 06        | Nutzen  |
| <b>08</b> | <b>VIER SCHRITTE ZUR IDENTIFIZIERUNG DER ABWÄRMENUTZUNG</b>   |
| 08        | Schritt 1: Identifizieren Sie die Abwärmequelle               |
| 09        | Schritt 2: Vermeidung Abwärme möglich?                        |
| 09        | Schritt 3: Identifizieren Sie die Wärmesenken                 |
| 10        | Schritt 4: Führen Sie Abwärmequellen und Wärmesenken zusammen |
| 11        | Keine geeignete Wärmesenke für Ihre Abwärmequelle?            |
| <b>12</b> | <b>ABWÄRMEQUELLEN: WO FÄLLT ABWÄRME AN?</b>                   |
| 12        | Querschnittstechnologien                                      |
| 13        | Abwärme aus Betriebsprozessen                                 |
| <b>14</b> | <b>WÄRMESSENKEN</b>   |

# Einleitung

Was ist eigentlich Abwärme und inwiefern entsteht gut nutzbare Abwärme – oder lässt sie sich sogar vermeiden?

Diese Broschüre richtet sich grundsätzlich an produzierende Unternehmen, in deren Produktions- und Nebenprozessen Abwärme entsteht. Der besondere Fokus der Fallbeispiele ist auf die in Sachsen stark vertretene Automobilzulieferindustrie gerichtet.

Anhand individueller Potentiale zur Abwärmenutzung lernen Sie eine Methodik kennen, um diese im eigenen Unternehmen abschätzen und bewerten können. Mithilfe beigefügter Checklisten können Sie die notwendigen Daten in Bezug für ein Excel-Tool ermitteln und eine erste Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit der Abwärme treffen. Nutzen Sie diese wertvollen Informationen und Tools bei der Erschließung Ihrer Abwärmepotentiale. Wir wünschen Ihnen dabei viel Erfolg!

# Abwärme RICHTIG NUTZEN.

## WAS IST ABWÄRME?

Viele industrielle Fertigungsprozesse sind mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Beispielsweise werden Materialien erhitzt oder unter hohem Druck verformt. Auch die Bereitstellung von Medien wie z. B. Druckluft ist energieintensiv. Fast immer wird bei solchen Prozessen Wärme an Kühlmedien oder an die Umgebung abgegeben: Diese wird als Abwärme bezeichnet. Das Nutzenmachen dieser „überflüssigen“ und kostenlosen Energie kann unter Umständen viel Geld sparen.

### In welcher Form entsteht Abwärme?

Stellen wir uns einen einfachen Motor vor: Er muss aktiv mit Luft oder Wasser gekühlt werden, damit er nicht überhitzt. Ebenso werden viele Produktionsmaschinen (beispielsweise Spritzgießmaschinen) gekühlt. Es kann jedoch auch Anlagen geben, die nicht aktiv gekühlt werden (beispielsweise Trockner), und daher Wärme über Abstrahlung, Konvektion oder Wärmeleitung an die Umgebung abgeben.

Abwärme kann also mehrere Erscheinungsformen haben:



**a) warmes/heißes Wasser bzw. ein anderes flüssiges Medium** (z. B. Thermoöl)



**b) warme/heiße Luft**  
(z. B. Luft aus einer Absauganlage über einem Schmelzofen)



**c) Abstrahlung**  
(z. B. von warmen Behältern) Abwärme ist deutlich leichter nutzbar, wenn sie an ein Medium gebunden ist. Die Temperaturen der Wärmeträgermedien variieren je nach Prozess und bewegen sich häufig zwischen ca. 30 °C und 500 °C.



Abwärmennutzung aus Druckluft

# Vermeiden oder nutzen?

## ✕ VERMEIDUNG

Wo möglich, sollte entstehende Abwärme prinzipiell vermieden werden. Ein warmer Behälter kann beispielsweise isoliert werden, mit dem Ergebnis, dass mehr Wärme im Behälter verbleibt und dem Prozess zur Verfügung steht.

**Weitere Möglichkeiten der Abwärmevermeidung sind:**

### a) Abgasverluste von Kesseln und beheizten Prozessanlagen verringern

- Verbrennung optimieren (d. h. Luftüberschuss vermindern)
- Ofenöffnungen abdichten

### b) Prozessoptimierung

- Prozesstemperatur und/oder -zeit reduzieren
- weniger Standby-Zeiten, stattdessen Abschalten einer beheizten Prozessanlage bei längerer Nichtnutzung
- in Stillstandszeiten die Anlage geschlossen halten
- Regelung des Prozesses optimieren

### c) Verluste minimieren an beheizten Prozessanlagen und Behältern

- Abstrahlflächen und Öffnungen so klein wie möglich gestalten
- Öffnungszeiten verringern

- Türen, Schauöffnungen, Rollendurchführungen u. ä. vermeiden bzw. verkleinern (Geometrie, Materialien, Dichtungen)
- Wärmedämmung verstärken (Wände, Türen, Decken etc.) bzw. bestehende Wärmedämmung pflegen
- Fallbeispiele

### d) Erwärmung von Materialien, Werkstücken etc.:

- Masse des zu erwärmenden Gutes verringern
- fehlerhafte Teile – sofern möglich – schon vor den energieintensiven Arbeitsschritten (z. B. Brennen, Lackieren) von der Weiterverarbeitung ausschließen
- weniger/gar keine/leichtere Transport- und Hilfsgestelle mit geringer Wärmekapazität wählen
- Besonders brisant sind Abwärmemengen, die in einen Raum entweichen und ihn aufheizen, obwohl er gleichzeitig klimatisiert wird. Hier wird meist ungewollt Energie verschwendet. Beispielsweise wird eine Spritzgussmaschine dezentral gekühlt, wobei die Abwärme der Kühleinheit in eine klimatisierte Halle geblasen wird und zu einer Aufheizung führt. Vorteilhaft wäre es, eine dezentrale Kühleinheit für alle Maschinen zu installieren und die anfallende Abwärme gebündelt abzugreifen.



Anbringen einer Isolationsschicht an einen Kessel

## ✓ NUTZUNG

Wenn es nicht möglich ist, die Entstehung von Abwärme zu vermeiden, so sollte sie idealerweise genutzt werden (→ [Checkliste](#)). Es liegt nahe, dabei zunächst nach prozessinternen Möglichkeiten zu suchen. Beispielsweise kann die warme Abluft aus Räumen mit einem in einer Lüftungsanlage integrierten **Wärmeübertrager** die kalte Außenluft vorwärmen. In diesem Fall wird von **Wärmerückgewinnung** (WRG) gesprochen.

Wenn prozessinterne Nutzungsmöglichkeiten ausscheiden, sollte die Einbindung der Abwärme in andere betriebsinterne Prozesse erwogen werden. Beispielsweise kann die Zuluft eines Trocknungs-ofens mit Abwärme aus dem Abgas eines Heizkessels vorgewärmt werden. Je weiter jedoch die Wege zwischen **Abwärmequelle** und **Wärmesenke** (Nutzungsort der Abwärme) sind, desto teurer und unwirtschaftlicher wird die Abwärmenutzung.

Erst wenn es keinen geeigneten Wärmebedarf innerhalb des Unternehmens gibt, kann auch betriebsübergreifend nach Abnehmern gesucht werden – auch **Contracting** genannt.

### CONTRACTING

Beim Contracting werden die Liegenschaften des Kunden (Contractingnehmer) in Form von Wärme, Kälte, Strom, Druckluft u. a. vom Energielieferanten oder -dienstleister (Contractor) versorgt. Dies hat zum Vorteil, dass ökologische und ökonomische Potentiale erschlossen werden können und der Contractingnehmer keine weiteren Investitionen außerhalb des Kerngeschäfts tätigen muss. Hierbei muss ein Vertrag zwischen den beiden Parteien, vorzugsweise nach DIN 8930-5, abgeschlossen werden.



## Für die Nutzung von Abwärme gelten 6 Grundsätze:

Die Temperatur der Abwärmequelle muss mindestens 5–10 K höher sein als die der Wärmesenke.

1

Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Abwärmequelle und -senke, desto besser funktioniert die Wärmeübertragung (kleine Wärmeübertrager bedeuten geringere Investitionskosten).

2

Je höher die Verfügbarkeit der Abwärmenutzung, desto wahrscheinlicher rechnet sie sich, auch schon bei kleinen Wärmemengen.

3

Die Betriebszeiten von Abwärmequelle und -senke müssen zusammenpassen. D. h. die Abwärme muss zu den Zeiten zur Verfügung stehen, wenn sie am Ort der Wärmesenke benötigt wird. Es ist häufig sinnvoll, einen Wärmespeicher einzuplanen, falls die Betriebszeiten verschoben sind oder hohe Lastspitzen vorkommen.

4

Es kann passieren, dass ein als Abwärmequelle genutztes System störungsbedingt ausfällt. Daher ist es empfehlenswert, ein ausreichend dimensioniertes redundantes System vorzuhalten (z. B. einen Heizkessel).

5

Wenn Abwärmequelle und -senke räumlich zu weit voneinander entfernt liegen, entstehen hohe Leitungskosten und -verluste.

6

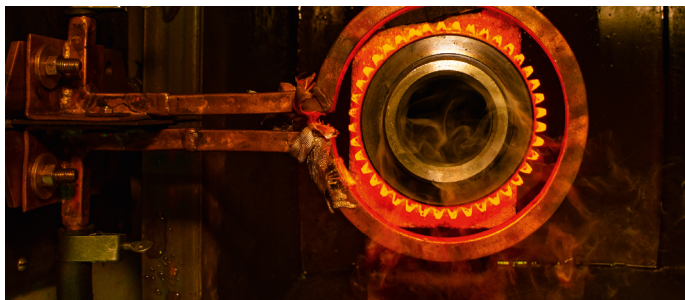
# Vier Schritte zur Identifizierung der Abwärmenutzung

Mithilfe dieser vier Schritte, können Sie mit der → [Checkliste](#) und dem → [Excel-Tool](#) mögliche Abwärmepotentiale in Ihrem Unternehmen herausfinden und damit verbundenen Investitionen abschätzen.

## Schritt 1 : Identifizieren Sie die Abwärmequelle

Begeben Sie sich einmal auf einen Rundgang durch Ihr Unternehmen. Nehmen Sie dabei am besten auch gleich einen Stift und die → [Checkliste](#) mit, um sich technische Details zu notieren.

Auf Ihrem Rundgang achten Sie besonders auf Anlagen,



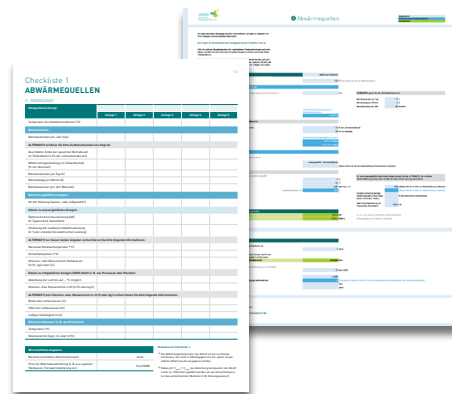
→ um die herum es fühlbar warm ist,



→ an denen warme Luft abgesaugt wird und



→ die gekühlt werden  
(dazu zählen im einfachsten Fall Druckluftkompressoren, es können aber auch Produktionsmaschinen sein).



Insbesondere beim **dritten Punkt** (→ [Schritt 3](#)) ist eine Abwärmequelle für den Laien manchmal nicht ohne weiteres als solche zu erkennen. Wenn Sie sich nicht sicher sind, fragen Sie Kollegen aus der Produktion und/oder Instandhaltung, ob eine Anlage gekühlt wird. Denn meist befindet sich eine Kältemaschine an der Kühlung, welche wiederum Wärme an die Umgebung abgibt.

Als nächstes finden Sie bitte einige einfache Eckdaten zu den identifizierten Anlagen heraus. Am besten funktioniert das in der Regel im Gespräch mit einem Kollegen aus der Technik. Die Antworten notieren Sie ebenfalls in der Tabelle im Anhang:

- Wann und wie lange wird die Anlage ungefähr betrieben? (h/d, d/Woche, Wochen/a, h/a)
- Wie viel Prozess-/Kühlwasser (Massenstrom) bzw. Abluft/ Kühlluft (Volumenstrom) wird von der Anlage abgeführt?
- Welche Temperatur hat das abgeführte Kühlwasser oder die abgesaugte Luft? Mit welcher Temperatur kommt das Wasser wieder zur Anlage zurück? (Vorlauf- und Rücklauftemperatur) Wie weit kann **die Abluft abgekühlt** werden?

Am Ende Ihres Rundgangs wissen Sie schon einmal, dass es potenziell nutzbare Abwärme in Ihrem Unternehmen gibt. Sie können anhand der recherchierten Werte auch bereits überschlägig ermitteln, wieviel Abwärme vorhanden ist. **Dabei hilft Ihnen das speziell entwickelte** → [Excel-Tool](#).

Die reine Energiemenge in Megawattstunden pro Jahr (MWh/a) wird für Sie möglicherweise noch keine große Aussagekraft besitzen. Ob eine Abwärmemenge verfügbar gemacht wird oder nicht, hängt letztendlich auch von der Wirtschaftlichkeit ihrer Erschließung ab.

Das → [Excel-Tool](#) bietet am Ende dieses ersten Schrittes eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung an. Sie können die in Ihrem Unternehmen maximal tolerierbare Amortisationszeit in das Tool eingeben (z. B. 3 Jahre). Ergebnis ist die wirtschaftlich, vertretbare Höchstinvestitionssumme die für das Nutzbarmachen des Abwärmepotenzials eingesetzt werden kann, ohne die ge-

wünschte Amortisationszeit zu überschreiten. Die Amortisationszeit bei Investitionen im Bereich der Abwärmenutzung befindet sich erfahrungsgemäß nicht innerhalb der üblichen 2–3 Jahre, sondern rentiert sich in einem viel größerem Zeitraum (ca. 8–10 Jahre).

## Schritt 2 : Vermeidung Abwärme möglich?

Es ist fast immer günstiger, Abwärme zu vermeiden, anstatt in ihre Nutzbarmachung zu investieren. Daher sollten Sie zunächst prüfen, inwieweit sich die identifizierte Abwärme vermeiden ließe (→ [Vermeidung](#), S. 5). Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten, die im dritten Kapitel vorgestellt wurden.

## Schritt 3 : Identifizieren Sie die Wärmesenken

Wenn Sie zu dem Ergebnis kommen, dass sich die entdeckte Abwärme nicht vermeiden lässt, können Sie nun untersuchen, inwieweit sie sinnvoll genutzt werden kann.

Begeben Sie sich noch einmal auf Rundgang in Ihrem Unternehmen. Diesmal geht es um alle Orte, an denen Wärme benötigt oder bereitgestellt wird:

- Gebäudeheizung; z. B. Heizkörper, Warmwasserbereiter, Deckenstrahler, Heizlüfter, Fußbodenheizung etc.
- Prozesswärme; welche Anlagen benötigen Wärme – entweder in Form von Luft oder Wasser?



Dabei bietet eine Investition im Kontext mit Abwärme eine interne Verzinsung von > 10 %, auch lange nach der Amortisation – vergleichbar mit einer Geldanlage bei einer Bank.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeits-Abschätzung liegt für Sie in einem finanzierbaren Bereich? Dann sollten Sie nun prüfen, ob die Abwärme bei Ihnen auch realistisch nutzbar ist!

Im → [Excel-Tool](#) können Sie mögliche Ideen zur Abwärmevermeidung auf ihre wirtschaftliche Machbarkeit hin untersuchen.

Für eine Auflistung während Ihres Rundganges können Sie auch wieder die → [Checkliste](#) verwenden. Die identifizierten Anlagen sind potenzielle Wärmesenken: Sie könnten unter bestimmten Umständen die in Schritt 1 gefundene Abwärme aufnehmen und nutzen.

Ihre Aufgabe ist es nun herauszufinden, ob die Abwärme aus Schritt 1 in einer der Wärme bereitstellenden bzw. verbrauchenden Anlagen als Unterstützung genutzt werden kann. Dafür suchen Sie bitte ein paar einfache Informationen über diese Anlagen heraus:

a) Schauen Sie auf die Typenschilder oder in die technischen Datenblätter der Anlage(n) und notieren Sie die installierte Leistung (in Kilowatt [kW] oder Megawatt [MW])

b) Rücksprache mit einem Kollegen aus der Technik:

- Wie viel Warmwasser (Massenstrom) bzw. warme Luft (Volumenstrom) wird von der Anlage benötigt?
- Welche Temperatur hat das zugeführte Warmwasser oder die zugeführte warme Luft? Mit welcher Temperatur verlässt das Wasser oder die Luft/das Abgas die Anlage? – Wird das Wasser in die Anlage rückgeführt, gibt es eine Wärmerückgewinnung?
- Wann und wie lange wird die Anlage ungefähr betrieben? (h/d, d/Woche, Wochen/a, h/a)

Sie können diese Werte nun ebenfalls in das Excel-Tool eingeben und erhalten eine Aussage darüber, wieviel Wärme in den einzelnen Anlagen erzeugt bzw. benötigt wird.

## Schritt 4 : Führen Sie Abwärmequellen und Wärmesenken zusammen

Es ist nun zu prüfen, ob die Verfügbarkeit der Abwärmequelle mit der potentiellen Wärmesenke übereinstimmt.

### a) Prüfen Sie für jede gefundene Abwärmequelle aus → Schritt 1:

Welche Wärmesenke aus Schritt 3 hat im Vorlauf ein geringeres Temperaturniveau? Denken Sie dabei auch wieder an die empfohlenen Prioritäten „prozessintern – betriebsintern – betriebsübergreifend“! Falls Sie mehrere Abwärmequellen (→ Schritt 1) und/oder -senken (→ Schritt 3) herausgefunden haben, versuchen Sie, geeignete Kombinationen zu finden.

### b) Anschließend prüfen Sie bitte, ob die Wärmemengen zusammenpassen:

Ist die Wärmemenge, die in der Wärmesenke verbraucht oder erzeugt wird (= Ergebnis aus Schritt 3), größer als die verfügbare Abwärmemenge aus Schritt 1?

- Wenn das Abwärmepotenzial aus Schritt 1 kleiner ist als der Wärmebedarf aus Schritt 3: Die verfügbare Abwärme kann theoretisch komplett nutzbar gemacht werden.
- Wenn das Abwärmepotenzial aus Schritt 1 größer ist als der Wärmebedarf aus Schritt 3: Die verfügbare Abwärme kann nur zum Teil nutzbar gemacht werden.

### c) Inwieweit die Abwärmemenge aber nun tatsächlich (komplett) genutzt werden kann, hängt insbesondere von folgender Frage ab:

**Wie gut passen die Betriebszeiten von Abwärmequelle(n) und Wärmesenke(n) zusammen?** D. h. zu wieviel Prozent der gesamten Betriebszeit der Abwärmequelle wird auch die Wärmesenke betrieben?

### d) Um diese möglichst synchron abzuschätzen, sollten Sie sich Lastgänge der Abwärmequelle(n) und Wärmesenke(n) besorgen.

Ein Lastgang ist eine grafische Darstellung des Leistungsbedarfs über die Zeit (vgl. Abbildung 1). Wenn Sie die Lastgänge von Abwärmequelle(n) und Wärmesenke(n) nebeneinanderlegen, erhalten Sie ein gewisses Gefühl dafür, wie groß die zeitliche Deckung ist. Dabei kann es hilfreich sein, diese Lastgänge auf kleinere Zeiträume (z. B. eine Woche, einen Tag) herunterzubrechen, um eine gute Aussage zu erhalten. Holen Sie sich für diese Aufgabe ggf. noch einmal einen Kollegen aus der Technik dazu.

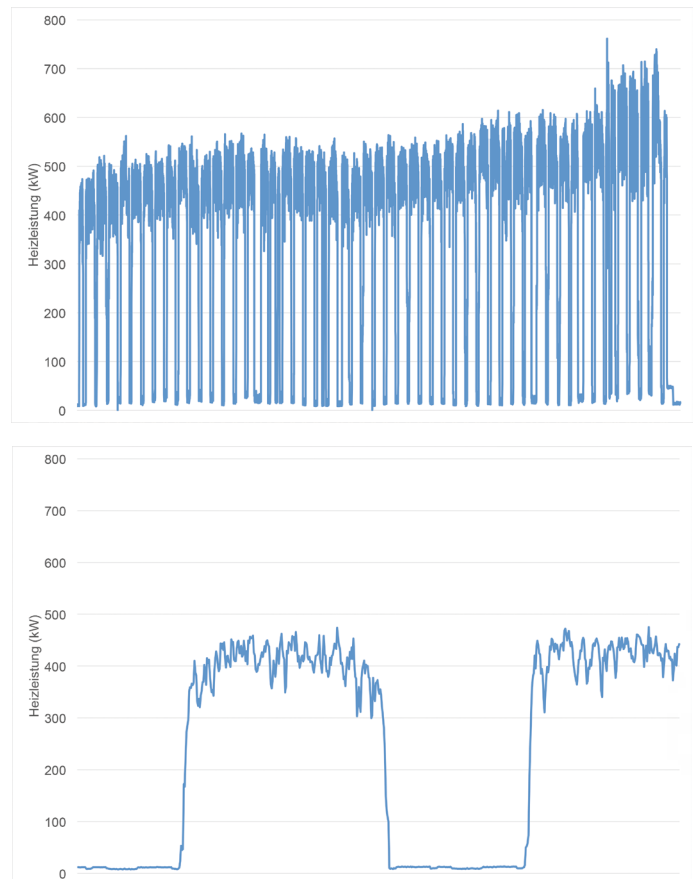


Abbildung 1: Lastgang für den Prozesswärmebedarf eines Zulieferers von elektronischen Fahrzeugkomponenten. Oben: ganzes Jahr; Unten: 1. Kalenderwoche desselben Jahres.

Quelle: TÜV SÜD Industrie Service GmbH



Pufferspeicher für Warmwasserbereitung

### e) Tipps für die Optimierung:



→ Durch leichtes Anpassen/Verschieben der Betriebszeiten lässt sich der Ausnutzungsgrad der Abwärmequelle u. U. noch steigern.



→ Prüfen Sie auch, ob sich eventuell mehrere Abwärmequellen kombinieren oder staffeln lassen könnten, was den Ausnutzungsgrad erhöhen würde.

Nun wissen Sie, wieviel Abwärme in Ihrem Unternehmen tatsächlich für bestimmte Prozesse nutzbar gemacht werden kann. Diese Zahl ist vermutlich kleiner als das Ergebnis aus Schritt 1: Ein gewisser Teil der vorhandenen Abwärme ist möglicherweise in keinem Prozess unterzubringen. Weiterhin kann im Tool der mögliche Anteil der Wärmesenke am Gesamtpotential sowie dessen wirtschaftlichen Eckdaten durch ein Drop-Down Menü ermittelt werden.

### Keine geeignete Wärmesenke für Ihre Abwärmequelle?

Es gibt dennoch mehrere Möglichkeiten, die Sie noch untersuchen (lassen) können:

- a) Wärmepumpe:** Ist das Temperaturniveau einer Abwärmequelle zu niedrig, kann es mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Niveau (ca. 55 – 75 °C, max. 90 °C) angehoben werden.
- b) Wärmespeicher:** Wenn Wärmequelle und -senke zeitlich nicht zusammenpassen, kann die Abwärme in einem Speicher aufgefangen werden. Sie ist dann zu dem Zeitpunkt abrufbar, an dem sie am Ort der Wärmesenke auch wirklich gebraucht wird.
- c) Kälteerzeugung:** Manchmal gibt es in einem Unternehmen nur geringen Wärmebedarf, dafür aber viel Energieaufwand für Kühlung und Klimatisierung. Eine Absorptions- (bzw. Adsorptions) Kältemaschine wandelt Abwärme mit einem Temperaturniveau von > 90 °C (> 55 °C) in Kaltwasser (8 – 14 °C) um. Damit kann eine bestehende Kälteversorgung unterstützt werden.

Sprechen Sie hierzu entweder mit einem technischen Kollegen oder einen Energieberater, der eine grobe Potentialanalyse durchführt. Kontaktdaten für Energieberater finden Sie im folgenden Dokument → [Kontakte und Anwendungshilfen](#).

Das → [Excel-Tool](#) liefert Ihnen an dieser Stelle anhand der wirtschaftlich vertretbaren Höchstinvestitionssumme noch einmal einen Richtwert.

Falls Sie bereits eine grobe Schätzung zu den tatsächlichen Investitionskosten der Abwärmenutzung haben sollten, können Sie diese eingeben und erhalten neben der Amortisationszeit auch die interne Verzinsung des Projektes – ein gut interpretierbares Maß für die Wirtschaftlichkeit der Geldanlage.

Wenn die Wirtschaftlichkeit vielversprechend aussieht, sollte Ihr Abwärmeprojekt von einem Energieberater detaillierter untersucht werden. Kontaktdaten finden Sie im folgenden Abschnitt:

→ [Kontakte und Anwendungshilfen](#).

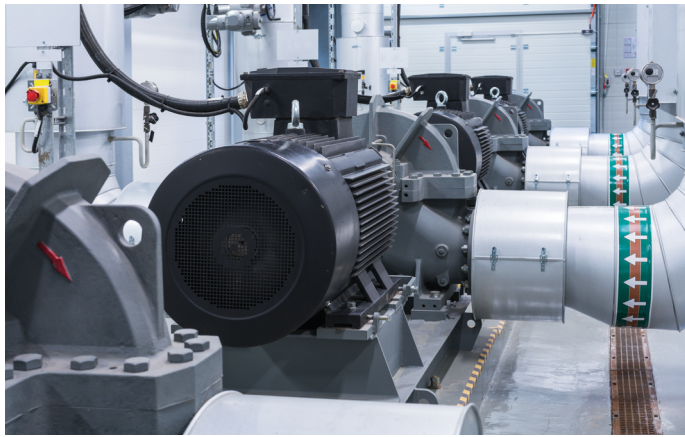


# Abwärmequellen: Wo fällt Abwärme an?

## QUERSCHNITTSTECHNOLOGIEN

### Druckluftanlagen

Beim Komprimieren von Luft entstehen hohe Temperaturen: Nur etwa 4 % der eingesetzten Energiemenge wird an die Druckluft übertragen. Der Rest wird zum größten Teil von mehreren Kühlsystemen innerhalb des Druckluftkompressors aufgefangen und abgeführt.



Luftgekühlte Kompressoren geben im einfachsten Fall die erwärmte Kuhlluft direkt an einen zu beheizenden Raum ab. Sie können jedoch auch eine Lüftungsanlage unterstützen, indem sie die Außenluft vorwärmen.

Wassergekühlte Anlagen liefern Warmwasser von 70 bis 80 °C, welches in ein vorhandenes Heizungs- oder Brauchwarmwassersystem eingespeist werden kann. Eine bestehende Druckluftanlage kann vergleichsweise einfach mit einem solchen System zur Wärmerückgewinnung nachgerüstet werden.

### Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlage)

Eine Lüftungsanlage tauscht kontinuierlich die Luft in einem Raum oder einer Halle aus und saugt dafür Außenluft an. In der kalten Jahreszeit ist es sinnvoll, diese Außenluft mittels eines Abluftwärmeübertragers vorzuwärmen. Für diese Form der Wärmerückgewinnung ist Abwärme optimal geeignet. So kann beispielsweise kalte Außenluft von -4 °C mittels eines 21 °C warmen Luftstromes aus einer Halle auf 16 °C vorgewärmt werden.

Die Investition rechnet sich ab einer Frischluftmenge von ca. 60 m³/h.

### Kühlwasser von Kälteanlagen/ Maschinen- und Werkzeugkühlung

Bei der Kühlung von Produktions- und Werkzeugmaschinen und auch beim Betrieb von Kältemaschinen fällt Abwärme in Form von erwärmtem Kühlwasser bzw. Kühl- /Schmierstoff an. Interessant ist beispielsweise die Nutzung der Abwärme eines Kältekompressors, die zwischen 50 und 70 °C liegen kann (vgl. auch → Fallbeispiel 1).

Die Einsatzmöglichkeiten der Abwärme sind analog dem Druckluftkompressor. Auch hier wird zwischen wasser- und luftgeköhlten Anlagen unterschieden. Hierzu kommen weitere Wärmeträgermedien wie z. B. Glykol. Abbildung 2 bietet die Möglichkeit, das Abwärmepotenzial von Kühlwasser grob abzuschätzen, sofern Temperatur und Massenstrom bekannt sind.

Abwärmennutzung aus der Kälteerzeugung zur Außenluftvorwärmung (Winter und Übergangszeit, Außenluft bei < 15 °C)

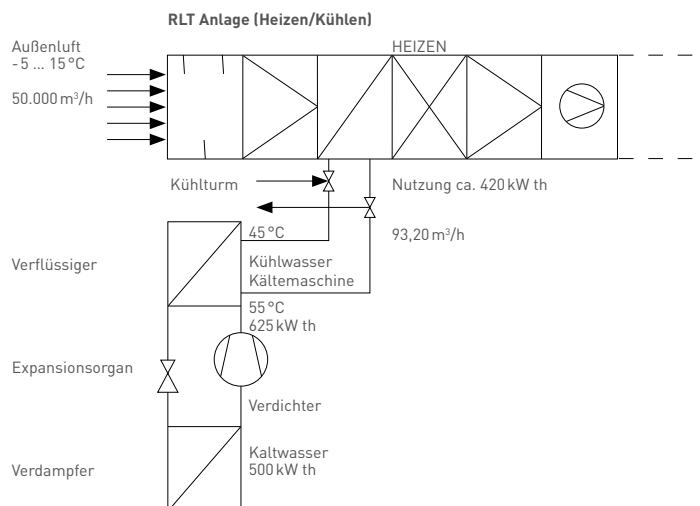


Abbildung 2: Nutzung von Abwärme aus einer Kältemaschine zur Außenluftvorwärmung in einer Lüftungsanlage.  
Quelle: TÜV SÜD Industrie Service GmbH.



## ABWÄRME AUS BETRIEBSPROZESSEN

### Abwasser

Heißes Abwasser aus Produktionsprozessen enthält – je nach Temperaturniveau – hohe Abwärmemengen. Die möglichen Temperaturen umfassen aufgrund der Diversität der Produktionsprozesse eine große Bandbreite. Die Abwärme kann mittels Wärmeübertrager gewonnen und z. B. zur Vorwärmung des Frischwassers genutzt werden.

### Trocknungsanlagen

Trocknungsanlagen werden beispielsweise in der Beschichtungstechnik oder in der technischen Textilindustrie eingesetzt. Für die Verdampfung von Wasser oder Lösemitteln aus Produkten setzen sie große Energiemengen ein.

Eine Wärmerückgewinnung aus dem Abgasstrom (üblicherweise 30–250 °C) ist ab einer Abluftmenge von ca. 50 m³/h sinnvoll.

Die Abwärme kann gleich zur Vorwärmung der Trocknungsluft verwendet werden, was den Vorteil einer hohen zeitlichen Übereinstimmung hat.

### Abluft aus Prozessen

In manchen Prozessen und Produktionshallen entsteht Abluft auf einem Temperaturniveau von ca. 40–500 °C, welche abgesaugt werden muss. Mittels eines Wärmeübertragers kann die enthaltene Abwärme an anderer Stelle (z. B. für die Luftvorwärmung in RLT-Anlagen oder Trocknern, zur Vorwärmung von Materialien oder Zwischenprodukten) nutzbar gemacht werden (vgl. auch → [Fallbeispiele 2 und 3](#)).

Der Einsatz lohnt sich ab einer Abluftmenge von ca. 50 m³/h.

Ein Hemmnis kann jedoch die mögliche Belastung der Abluft mit Schadstoffen und/oder Staub sein, was den effizienten Einsatz von Wärmeübertragern erschwert.

### Abgas-Wärmerückgewinnung

Abgase aus Heiz- und Dampfkesseln gehen mit Temperaturen von ca. 130–300 °C in den Schornstein. Beheizte Prozessanlagen wie z. B. Brennöfen, Schmelzöfen oder Warmhalteöfen kommen sogar auf bis zu 1.200 °C Abgastemperatur. Die darin enthaltene Wärme kann jedoch mittels Abgaswärmeübertrager teilweise aufgefangen und z. B. zur Verbrennungsluft-, Speisewasser- bzw. Brenngutvorwärmung oder auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden.

### Thermische Nachverbrennung (TNV)

Die Thermische Nachverbrennung ist ein Verfahren, bei dem belastete Luftströme aus Verbrennungs- oder Produktionsprozessen gereinigt werden. Dem entstehenden Abgas (ca. 250–300 °C) kann mittels Wärmeübertrager Energie entzogen werden. Die Nutzungsgebiete für die Abwärme sind identisch mit denen der Abgas-Wärmerückgewinnung.



## Wärmesenken



### Heizung

Wenn ausreichend warme Abluft in guter Qualität aus einer Abwärmequelle zur Verfügung steht (z. B. aus Druckluftkompressoren), kann diese direkt in zu beheizende Räume geleitet werden. Alternativ kann die Abwärme mittels Wärmeübertrager in den Vorlauf eines Heizsystems eingespeist werden (vgl. auch → [Fallbeispiel 3](#)). Die Vorlauftemperatur eines Heizkreises liegt üblicherweise zwischen 70 und 90 °C, bei Niedrigtemperatur (NT)-Systemen wie etwa einer Fußbodenheizung liegt sie bei ca. 35 °C. Wenn die Temperatur der Abwärmequelle unter der Vorlauf-, aber über der Rücklauftemperatur der Heizungsanlage liegt, kann der Wärmeübertrager auch im Rücklauf eingebunden werden.

### Brauchwarmwasserbereitung

Ähnlich wie bei der Unterstützung einer Heizungsanlage kann auch eine Anlage zur Warmwasserbereitung mittels Abwärme unterstützt bzw. ersetzt werden. Eine Vorwärmung des 8–15 °C kalten Trinkwassers aus der Leitung ist mit nahezu jeder Abwärmequelle möglich. Ziel ist üblicherweise ein Temperaturniveau von 40 bis 65 °C.



### Raumlufttechnische Anlage (RLT)

Ein Wärmeübertrager, welcher in einer Raumlufttechnischen (RLT-) Anlage ergänzt wird, wärmt im Winter die kalte Außenluft mittels warmer Raumlufte vor. Bei kleineren Luftmengen (bis ca. 30.000 m³/h) werden häufig Kreuzstromwärmeübertrager eingesetzt. Bei großen Luftmengen kann sich auch ein Wärmeübertragungssystem mit Flüssigkeitskreislauf (z. B. Wasser-Glykol-Gemisch) lohnen (vgl. auch → [Fallbeispiel 1](#)).

### Wärmesenken in Prozessen

Ein Abgaswärmeübertrager kann z. B. in einem Heiz- oder Dampfkesselsystem eingebunden werden, um das Speisewasser oder die Verbrennungsluft vorzuwärmen. Dadurch kann der Wirkungsgrad des Kessels angehoben werden.

Abwärme kann auch zur Vorwärmung und/oder Trocknung von Materialien in Produktionsprozessen sowie zur Vorwärmung von Medien (Luft, Wasser und andere Wärmeträgermedien) eingesetzt werden. Beispielsweise kann Kunststoffgranulat vorgewärmt, die Luft zur Wärmebehandlung von Teilen vortemperiert oder das Waschwasser zum Reinigen von Teilen mit Abwärme erhitzt werden.

# Impressum

## **HERAUSGEBER & REDAKTION**

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH  
Pirnaische Str. 9  
01069 Dresden  
Telefon: 0351 4910-3179  
Telefax: 0351 4910-3155  
info@saena.de  
www.saena.de

## **GESTALTUNG & LAYOUT**

Heimrich & Hannot GmbH  
heimrich-hannot.de

## **BILDNACHWEIS**

Titel: (links) fotograupner, stock.adobe.com, (rechts) Rainer Weisflog, (unten) visivasnc, stock.adobe.com; Seite 4: Rainer Weisflog; Seite 5: Kzenon, stock.adobe.com; Seite 8: (oben) Валерий Моисеев, stock.adobe.com, (Mitte) tookitook, stock.adobe.com, (unten) nordroden, stock.adobe.com; Seite 9: visivasnc, stock.adobe.com; Seite 10: SkyLine, stock.adobe.com; Seite 11: navintar, stock.adobe.com; Seite 12: Evija, stock.adobe.com; Seite 13: 35microstock, stock.adobe.com ; Seite 14: (links) Wellnhofer Designs, stock.adobe.com, (rechts) Aleksey Sergeychik, stock.adobe.com