

[Startseite](#) > [Abwärme](#) > [Betriebsinterne Abwärmenutzung](#) > [So geht's...](#)

So geht's... – Abwärme betriebsintern richtig nutzen!

Wir zeigen Ihnen den richtigen Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung – Schritt für Schritt!

Um vorhandene Energieeinsparpotenziale erkennen und optimal ausschöpfen zu können, empfiehlt sich für Betriebe die Erstellung eines Energiekonzepts. In einem Energiekonzept werden die Energieeffizienz bewertet und Verbesserungsmöglichkeiten einschließlich ihrer Wirtschaftlichkeit dargestellt. Wie der Weg zum Energiekonzept aussieht, zeigt Ihnen diese Schritt-für-Schritt-Anleitung, wobei der Schwerpunkt hier auf der Abwärmenutzung liegt.

Schritt 1: Bestandsaufnahme im Betrieb: Die Energieanalyse als Basis eines Energiekonzeptes

Die Basis für jedes Energiekonzept ist eine Energieanalyse mit Bestandsaufnahme und Charakterisierung der Energieverbräuche sowie einer Analyse der zugrundeliegenden Prozesse zur Ermittlung von Einsparpotenzialen. Die Ergebnisse zeigen u. a., wo im Betrieb Abwärme anfällt, wo diese vermeidbar ist und an welchen Stellen sie zur Deckung des Energiebedarfs eingesetzt werden könnte (siehe Schritte 5 und 6).

Das Grundgerüst einer Energieanalyse bilden die folgenden Punkte:

- Erhebung der Energiedaten
- Energiemonitoring
- Aufbereitung der Daten (durch grafische Darstellungen, z. B. Energiefluss durch Betrieb)

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe](#)

(Kapitel "Der Weg zur Energieeffizienz": Bestandsaufnahme im Betrieb, S. 9)

[Abwärmenutzung im Betrieb](#)

(Kapitel 8.1 "Checkliste: Richtiges Vorgehen beim Planen einer Abwärmenutzung", S. 43)

Zur Entwicklung eines Energiekonzeptes kann es besonders für kleine und mittlere Unternehmen sinnvoll sein, neutrale und kompetente Energieberater hinzuzuziehen.

[Betriebsinterne Abwärmenutzung – Ansprechpartner](#)

Nutzen Sie auch Fördermittel, die Betriebe für die Beratung in Anspruch nehmen können.

[Betriebsinterne Abwärmenutzung – Förderung](#)

Schritt 2: Von nichts kommt nichts: Vermeiden von unnötigem

Energieverbrauch

Eine Energieanalyse (Schritt 1) offenbart, ob und wo Energie im Betrieb verschwendet wird. Nun gilt es, die Schwachstellen zu beseitigen. Das Vermeiden von unnötigem Energieverbrauch bietet enorme energetische und finanzielle Einsparpotenziale, die häufig unterschätzt oder nicht erkannt werden. Derartige Maßnahmen sind oftmals nur organisatorischer Art, so dass keine oder nur geringe Investitionen notwendig sind.

Beispiele hierfür sind:

- Vermeidung unnötigen Leerlaufs von Maschinen, Geräten etc.
- Vermeiden unnötiger Aufheiz- und Abkühlphasen
- Überprüfung der Prozessparameter und Sicherheitsreserven
- Leckagenortung z. B. im Druckluftnetz

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe](#)

Ausführliche Informationen zu den Potenzialen einer betriebsinternen Abwärmenutzung liefert Ihnen auch der Menüpunkt "Potenzial".

[Betriebsinterne Abwärmenutzung – Potenzial](#)

Schritt 3: Mehr Effizienz: Verbesserung der Wirkungs- und Nutzungsgrade

Der Nutzungsgrad liegt unter normalen Bedingungen oft deutlich unter dem Nennwirkungsgrad der Anlagen. Gründe dafür sind eine geringe Anlagenauslastung und ein mangelhafter Wartungszustand.

Wichtig sind:

- hohe Auslastung der Produktionsanlagen
- gute Regeleinrichtungen
- Senkung der Verteilungsverluste
- sorgfältige Instandhaltung
- Prüfung von Kraft-Wärme-Kopplung
- Einsatz optimal geeigneter Energieträger

Bei einer Neuplanung:

- richtige Dimensionierung
- passende Konstruktion

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe](#)

Schritt 4: Darauf sollten Sie achten: Voraussetzungen und

Knackpunkte

Bei der Nutzung von Abwärme sollten Sie ganz besonders die folgenden Aspekte beachten:

Voraussetzungen:

- Abwärme muss unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sowohl in ausreichender Menge zur Verfügung stehen als auch abgenommen werden können. Da für eine Abwärmenutzung Investitionen anfallen (z. B. für den Wärmetauscher/ Wärmeüberträger, Rohre), ist diese in der Regel erst bei größeren Abwärmemengen wirtschaftlich. Insgesamt sollten Energieangebot und Energiebedarf mengenmäßig möglichst gut übereinstimmen. Jedoch kann auch die Teilnutzung des Angebots bzw. die Teildeckung des Bedarfs ökonomisch sinnvoll sein – ökologisch auf jeden Fall.
- Abwärme muss über ausreichend hohe Temperaturen verfügen. Grundsätzlich ist Abwärme umso wertvoller, je höher ihre Temperatur ist. Außerdem gilt: Je größer die Differenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, desto einfacher die Abwärmenutzung. Bei zu geringem Temperaturniveau der Wärmequelle besteht die Möglichkeit, das Temperaturniveau der Abwärme durch eine Wärmepumpe anzuheben.
- Die Entstehung der Abwärme und der Bedarf an Wärme sollten zeitlich möglichst übereinstimmen. Zeitliche Verschiebungen können in einem gewissen Rahmen durch einen Wärmespeicher ausgeglichen werden.
- Je mehr jährliche Volllaststunden die Abwärmenutzung aufweist, desto eher ist eine wirtschaftliche Nutzung möglich. Neben den Betriebsstunden ist auch die Kontinuität der Abwärmeleistung ein wichtiger Faktor für die Wirtschaftlichkeit.
- Ebenfalls ökonomisch relevant ist die Fassbarkeit (Eignung des Wärmetransportmediums) der Abwärme, da diese signifikanten Einfluss auf den technischen Aufwand zur Erschließung der Wärmequelle und somit auf die Investitionskosten hat.
- Bei Überlegungen zur Abwärmenutzung sollten keine überzogenen Anforderungen im Hinblick auf die Versorgungssicherheit gestellt werden, d. h. hier sind die gleichen Maßstäbe anzulegen wie bei einer herkömmlichen Wärmeversorgung.

Knackpunkte:

- Abwärme ist nicht gleich Abwärme. Ihre Charakteristik kann sehr unterschiedlich sein und hängt im Wesentlichen von den Faktoren Wärmemenge, Temperaturniveau und Fassbarkeit, sowie der zeitlichen Verfügbarkeit und der Korrelation (Übereinstimmung) von Wärmeangebot und -nachfrage ab. Diese Faktoren haben signifikanten Einfluss auf die wirtschaftliche und technische Nutzbarkeit einer Abwärmequelle.
- Es sollte daran gedacht werden, dass die Anforderungen der Abwärmesenke mitunter an die Charakteristik der anfallenden Abwärme angenähert werden können, z. B. durch Absenkung der Prozesstemperatur, wenn das Temperaturniveau der Abwärme unterhalb der ursprünglich geforderten Temperatur liegt (siehe auch Schritt 2 "Vermeiden von unnötigem Energieverbrauch") oder zeitliche Verschiebung diskontinuierlicher Prozesse. Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass derartige Maßnahmen technisch umsetzbar sind und keine negativen Auswirkungen auf Prozesse oder Anlagen zu erwarten sind.

[Abwärmenutzung im Betrieb](#)

Schritt 5: Suche nach ungenutzter Energie: Identifizierung von Abwärmequellen

In diesem Schritt werden unvermeidbare Abwärmequellen im Betrieb identifiziert und wichtige Kenngrößen der betreffenden Abwärmequellen ermittelt. Schritt 5 macht noch einmal deutlich, wie nützlich eine Energieanalyse für Betriebe ist, denn diese lässt schnell erkennen, bei welchen Produktionsverfahren Abwärme ungenutzt verloren geht.

Typische Abwärmequellen sind z. B. Produktionsmaschinen und -anlagen, Kessel, Kälteanlagen, Abluft- und Lüftungsanlagen oder auch Kompressoren. Die zu ermittelnden Kenngrößen für die Abwärmequelle sind hierbei:

- Art des Trägermediums, spezifische Wärmekapazität (kJ/(kgK))
- Temperaturen (°C)
- Massenstrom (kg/h) oder Volumenstrom (m³/h) im Normzustand
- Betriebszeiten (h/a)
- Zeitlicher Verlauf der Wärmeleistung (Erzeugungsprofil)
- ggf. Verunreinigungen (mechanisch oder chemisch)

Die erhobenen Kenngrößen ermöglichen die Abschätzung der Wärmeleistungen der Wärmequellen (kW) in Bezug auf eine definierte Wärmesenke. Über die Betriebsdauern (h/a) und die Kontinuitätseigenschaften lassen sich die Wärmemengen (kWh/a) ableiten.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Abwärmenutzung im Betrieb](#)

(Kapitel 8.2 "Checkliste: Erstbeurteilung von Abwärme", S. 44)

Schritt 6: Suche nach Energiebedarf: Identifizierung geeigneter Wärmesenken

Nach der Ermittlung der Abwärmequellen werden jetzt die passenden Abwärmesenken identifiziert. Auch bei diesem Schritt profitiert der Betrieb von einer umfassenden Energieanalyse, da hierdurch bekannt ist, welche Prozesse und Anlagen wie viel Energie benötigen.

Typische Abwärmesenken sind z. B. Anlagen zur Raumheizung und Warmwassererzeugung, für Prozesswärme, im Einzelfall auch zur Kälteerzeugung oder zur Stromerzeugung. Um später abschätzen zu können, welche Abwärmesenke zu welcher Abwärmquelle passt, sind zur Charakterisierung der Abwärmesenken folgende Kenngrößen zu erheben:

- Medium der Abwärmesenke, spezifische Wärmekapazität (kJ/kgK)
- Temperaturen (°C)
- Massenstrom (kg/h) oder Volumenstrom (m³/h) im Normzustand
- Betriebszeiten (h/a)
- Bedarfsprofil
- ggf. Leistungen entsprechend Typenschild (kW)

- Anforderungen bezüglich Verunreinigungen

Die erhobenen Kenngrößen ermöglichen die Abschätzung der Wärmeleistungen der Wärmesenken (kW). Die benötigten Wärmemengen der Wärmesenken können über Brennstoff- bzw. Stromabrechnungen der letzten Perioden oder über die jährlichen Betriebsstunden (h/a) und die jeweiligen Bedarfsprofile ermittelt werden.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Abwärmenutzung im Betrieb](#)

(Kapitel 8.3 "Checkliste: Möglichkeit der Abwärmenutzung", S. 45)

Schritt 7: Abgleich der Wärmesenken und Abwärmequellen: Welche Kombinationen sind möglich?

Nach der Identifizierung der Abwärmequellen und -senken kann nun anhand der charakteristischen Kenngrößen festgestellt werden, welche Abwärmequellen zu welchen Wärmesenken passen. Neben den ermittelten Kenngrößen sind auch die Entfernungen zwischen Wärmequelle und -senke bzw. die kleinräumigen Voraussetzungen für ein Wärmerückgewinnungs- oder Abwärmenutzungssystem in die Beurteilung einzubeziehen.

Zur Abschätzung der zeitlichen Übereinstimmung von Wärmeanforderung und Wärmelieferung müssen in einem ersten Schritt jeweils die Betriebsstunden und die Kontinuität von Abwärmequelle und Wärmesenke gegenübergestellt werden. Das Vorliegen detaillierter Erzeugungs- und Lastverläufe vereinfacht das Vorgehen und erhöht die Qualität der Aussage. Auch lassen sich ggf. benötigte Speicher anhand der Profile optimal auslegen.

Zu Identifizierung passender Kombinationen kann entsprechend dem folgenden Schema vorgegangen werden:

Temperaturniveau

Temperaturniveau "Abwärmequelle": ... (°C)

Temperaturniveau "Abwärmesenke": ... (°C)

Beurteilung:

Wärmeleistung

Wärmeleistung "Abwärmequelle": ... (kW)

Wärmeleistung "Abwärmesenke": ... (kW)

Beurteilung:

Energiemenge

Energiemenge "Abwärmequelle": ... (kW/h)

Energiemenge "Abwärmesenke": ... (kW/h)

Beurteilung:

Zeitlicher Anfall

Zeitlicher Anfall "Abwärmequelle":

Zeitlicher Anfall "Abwärmesenke":

Beurteilung:

Entfernung

Entfernung "Abwärmequelle - Abwärmesenke": ...(m)

Beurteilung:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Abwärmennutzung im Betrieb](#)

Schritt 8: Nutzung erneuerbarer Energien und Implementierung eines Energiemanagements

Mit der Vermeidung von unnötigem Energieverbrauch und einer möglichst effizienten Nutzung der eingesetzten Energie (z. B. auch durch die Nutzung von Abwärme) sind in einem Betrieb bereits wesentliche Schritte für eine rationelle Energieverwendung unternommen. Ein weiterer Schritt zur nachhaltigen Energienutzung ist der Einsatz regenerativer Energiequellen und -träger. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung von Biomasse oder Solarthermie zur Erzeugung von Heizwärme oder Warmwasser.

Damit Energie im Betrieb optimal eingesetzt werden kann, empfiehlt sich die Implementierung eines Energiemanagements. Das Energiemanagement ist ein Instrument, um den Energieeinsatz - vom Energieeinkauf bis zum Energieverbrauch - systematisch zu optimieren. Ein Bestandteil ist das Energiecontrolling: Mit Hilfe von Messdaten, Kennzahlen und Energiebuchhaltung werden Energieverbrauch und Energiekosten laufend überprüft. In der Folge können Mängel entdeckt und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Für die Einführung eines Energiemanagements (Anforderungen gemäß DIN EN 16001) ist die Einbindung eines externen Beraters sinnvoll.

[Betriebsinterne Abwärmennutzung – Ansprechpartner](#)

Suche nach Förderung von Beratungsleistungen:

[Betriebsinterne Abwärmennutzung – Förderung](#)

Das Energiemanagement läuft nach einem Schema ab, das in seinen Grundzügen dem Kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) im Umweltmanagement entspricht:

Am Anfang eines jeden Energiemanagement-Systems steht ein konkreter Beschluss, der von der Betriebsleitung getragen werden muss. Legen Sie darin konkrete und erreichbare Ziele fest, die an den Betrieb angepasst sind. Anschließend erfolgt die Planung und Umsetzung.

In beiden Schritten müssen die Mitarbeiter unbedingt einbezogen werden. Nur wenn diese ein Bewusstsein zum sparsamen Umgang mit Energie entwickeln, kann die Umsetzung der Maßnahmen Erfolg haben. Die kontinuierliche Kontrolle und die Fortschreibung der Maßnahmen runden den Prozess ab.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Abwärmennutzung im Betrieb](#)

(Kapitel 3.11 "Solarthermische Prozesswärme", S. 26)

[Fachwissen "Energiemanagement"](#)

Oberösterreichischer Energiesparverband/ Ökoenergie-Cluster:

[Solare Prozesswärme](#)

Weitere Themen im Bereich Abwärme:

- [So geht's...](#)
- [Kleine Physik](#)
- [Arten der Nutzung](#)
- [Technik](#)
- [Potenzial](#)
- [Abwärmerechner](#)
- [Abwärmeinformationsbörse](#)
- [Förderung](#)
- [Genehmigung](#)
- [FAQ](#)

Hier geht es zum Kartenteil des Energie-Atlas Bayern: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten>

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Inhalte der Internetseite im pdf wiedergegeben werden können! Um alle Inhalte sehen zu können bitten wir Sie, die gewünschte Seite im Internet zu besuchen.

Stand: 16.06.2019

© StMWi

[Zum Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie](#)