

# Mittelstandsinitiative

## Energiewende und Klimaschutz

### Praxisleitfaden

# Abwärmennutzung in Unternehmen



Partner der Mittelstandsinitiative



## Inhaltsverzeichnis

Grußwort.....	3
<b>DIE ERSTEN SCHRITTE ZUR ABWÄRMENUTZUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>ABWÄRME ZUR GEBÄUDEHEIZUNG UND BRAUCHWASSERERWÄRMUNG .....</b>	<b>7</b>
Betriebsübergreifende Wärmelieferung .....	7
Technik .....	7
Wirtschaftlichkeit .....	8
Recht .....	8
Abwärmeeinspeisung in bestehende Netze .....	11
Technik .....	11
Wirtschaftlichkeit .....	12
<b>RÜCKVERSTROMUNG.....</b>	<b>13</b>
Technik .....	14
Wirtschaftlichkeit .....	14
Recht .....	15
<b>ABWÄRMEGETRIEBENE KÄLTEERZEUGUNG.....</b>	<b>17</b>
Technik .....	17
Wirtschaftlichkeit .....	19
Recht .....	19
<b>WAS IST CONTRACTING?.....</b>	<b>22</b>
Drei Wege zum Contracting-Partner .....	22
Rechte und Pflichten zwischen Unternehmen und Contractinggeber .....	24
Vor- und Nachteile des Contracting .....	25
<b>ÜBERSICHT WEITERE LEITFÄDEN .....</b>	<b>26</b>
Stichwortverzeichnis .....	27
Impressum.....	28

## Mit Abwärmenutzung Energiekosten und Emissionen senken



Ohne thermische Prozesse können viele Produkte oder Bauteile weder hergestellt noch bearbeitet oder gereinigt werden. Da aber jede noch so effiziente Anlage Abwärmeverluste verursacht, geht immer auch Energie ungenutzt verloren. Je nach Studie werden diese Verluste in Deutschland auf 316 bis 1.617 Petajoule pro Jahr geschätzt. Das entspricht im Maximum der Menge an Energie, die zur Herstellung von mehreren Millionen Tonnen Stahl oder zur Heizung eines Großteils der Privathaushalte im Land benötigt wird.

Auch wenn die Effekte geringer sind: Auf Grund steigender Energiepreise und der zunehmenden Anforderungen des Klimaschutzes wollen wir das Potential einer systematischen Abwärmenutzung auch im Rahmen der Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz stärker in den Fokus rücken. Denn zur Verbesserung ihrer betrieblichen Energieeffizienz können auch KMUs die unvermeidlich anfallende Abwärme nutzen, etwa im selben Prozess, einer anderen Anwendung oder sogar betriebsübergreifend.

Warum Unternehmen Abwärme bisher häufig nicht nutzen, liegt auf der Hand. Wirtschaftliche, technische und rechtliche Hürden oder vielleicht auch nur die vage Vorstellung solcher Hemmnisse schrecken viele Unternehmen ab. Jeder dieser drei Faktoren unterliegt jedoch einem stetigen Wandel: Die verfügbaren Technologien werden verbessert, der Energiemarkt befindet sich in einem Wandel und die Energie-, Bau-, und Umweltgesetzgebung setzt energiewendebedingt einen neuen rechtlichen Rahmen. Ein regelmäßiger und genauer Blick kann sich deshalb lohnen.

In jüngster Zeit mehren sich gut lesbare Leitfäden mit Praxisbeispielen, wie sich Abwärmepotentiale in Unternehmen innovativ nutzen lassen. Der Leitfaden der Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz widmet sich dem nächsten Schritt: dem Einstieg in die konkrete Planung und Umsetzung. Freuen würden wir uns, wenn noch mehr Unternehmen mit diesem Leitfaden ermuntert werden, Abwärme ökonomisch und ökologisch erfolgreich zu nutzen.

Dr. Hermann Hüwels  
Bereichsleiter Energie, Umwelt, Industrie  
Deutscher Industrie- und Handelskammertag e. V.

EN  
ER  
GIE  
NUT  
ZEN

# WÄRME RÜCKGEWINNUNG

Zur Abwärmennutzung in neun Schritten. Von der Heizung über Verstromung bis hin zur Kühlung. Abwärme kann auf viele verschiedene Arten und Weisen genutzt werden und die betriebliche Energieeffizienz verbessern.

Jede Nutzungsmöglichkeit birgt hierbei jedoch ihre eigenen Herausforderungen, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden. Unabhängig davon können einige grundsätzliche Fragen mit Gültigkeit für alle Abwärmebereiche bereits zu Beginn eines Projektes geklärt werden, um spätere Fehlinvestitionen zu vermeiden.

## 1 Wurde eine komplette Bestandsaufnahme im Betrieb gemacht?

Oft ist das Auftreten von Abwärme an einer konkreten Anlage Auslöser für Abwärmeprojekte. Die gesamten Energieflüsse und -verbräuche des Unternehmens sind dann jedoch noch nicht in den Kontext der Abwärmennutzung gesetzt oder hierauf untersucht worden. Im besten Fall zeigen diese Wärmesenken auf, denen die Abwärme zugeführt werden kann. Zusätzlich können auch weitere Abwärmequellen identifiziert werden, mit denen die Abwärme für eine effizientere Nutzung gebündelt werden kann. Mit der Vergrößerung des Abwärmepotentials kann die Nutzung wirtschaftlich und technisch attraktiver sein.

## 2 Lässt sich die Abwärme vermeiden?

Vermeiden ist gegenüber dem Wiederverwerten in den meisten Anwendungen die ökonomisch und ökologisch attraktivere Maßnahme. Bevor Überlegungen zur Nutzung von Abwärme angestellt werden, sollte deshalb überprüft werden, ob die Effizienz der entsprechenden Anlage verbessert bzw. der Abwärmeverlust verringert werden kann.

## 3 Mit welcher Temperatur liegt die Abwärme vor?

Mögliche Verwendungen der Abwärme hängen von der Temperatur der Abwärmequelle ab. Es gilt die anfallende Wärme möglichst auf dem höchsten Temperaturniveau zu nutzen. Stehen zwei Wärmesenken zur Auswahl sollte konkret die Wärmesenke mit dem höheren Temperaturbedarf beziehungsweise dem Temperaturbedarf, der näher an der Wärmequelle liegt beliefert werden. Auch das nachträgliche Anheben des Temperaturniveaus durch Wärmepumpen ist möglich, um die Abwärme optimal nutzen zu können.

## 4 Welche thermische Leistung ist verfügbar?

Neben dem Temperaturniveau ist vor allem die thermische Leistung ein wichtiger Faktor für die Abwärmennutzung. Zusammen ergeben Sie die zentralen Leistungsparameter. Reicht die Leistung nicht für die komplette Abdeckung der Wärmesenke aus, kann Sie gegebenenfalls auch in das zugehörige alte Heizsystem eingespeist werden und dort Brennstoffkosten reduzieren.

## 5 In welchem Medium liegt die Abwärme vor?

Abwärme liegt in der Regel in Form von Abluft beziehungsweise Gasen, Wasser oder diffuser Strahlungswärme vor. Generell ist Wasser in Form von Kühlwasser, sofern es nicht verschmutzt ist, am einfachsten zu nutzen. Auch Abluft eignet sich mit geringfügig größeren Ausgaben für spezielle Wärmetauscher um die Wärme auf ein flüssiges Medium zu übertragen. Bei diffuser Abwärme müssen hingegen aufwändigere Wärmeübertragungskonzepte entwickelt werden.

## 6 Ist die Abwärme stetig verfügbar?

Wichtig ist die zeitliche Verfügbarkeit der Abwärme. Wird diese von den Anlagen permanent abgegeben? Laufen die Anlagen ganzjährig? Insbesondere bei der Verwendung zur Gebäudeheizung muss darauf geachtet werden, dass der Wärmebedarf über das Jahr entsprechend der Außentemperaturen stark schwankt.

## 7 Wo gibt es Bedarf für die Abwärme?

Der Bedarf teilt sich in die prozessinternen, betriebsinternen und betriebsexternen Bereiche auf. In den folgenden Kapiteln werden einige Beispiele exemplarisch beleuchtet.

## 8 Was für einen Bedarf hat die Wärmesenke?

Ist eine potentielle Wärmesenke identifiziert, gilt es anschließend die wichtigsten Kenngrößen zu ermitteln. Hierzu gehören vor allem und ähnlich zur Erfassung der Wärmequelle der Leistungsbedarf, das Temperaturniveau und das Nutzungsmuster. Ganzjährig bestehende Wärmesenken mit einem permanenten Bedarf ermöglichen die höchste Auslastung. Gleichzeitig gibt es jedoch auch viele Wärmesenken, die nur saisonal oder sogar im Tagesverlauf punktuell bestehen.

## 9 Was für Energieträger wurde bisher in der Wärmesenke eingesetzt?

Für einen wirtschaftlichen Vergleich zwischen dem installierten Wärmeerzeuger und dem neuen Abwärmekonzept sollten Informationen über die alten Anlagen und eingesetzten Energieträger gesammelt werden. Wie bereits vorangehend erwähnt, lassen sich diese Zahlen häufig im Energiemanagement einsehen. So kann einerseits die zukünftige mögliche Kostenentlastung durch die Energiepreisentwicklung und andererseits die tatsächliche Kohlenstoffdioxidsparsparnis wirkungsvoll erhoben werden.

RAU

M

WÄR

ME

Durch die stärkere Dämmung von Gebäudehüllen und die Senkung der Raumtemperatur sollen die Emissionen im Gebäudesektor gesenkt werden. Mit der Nutzung von Abwärme kann dieser Aufwand reduziert werden.



#### LESETIPP

Im Rahmen des Projektes Heatloop wurde ein Leitfaden für die Akteursarbeit zum Aufbau von Nahwärmenetzen entwickelt:

[www.heatloop.de](http://www.heatloop.de)

## Abwärme zur Gebäudeheizung und Brauchwassererwärmung

Für Abwärme bei niedrigen Temperaturen bis 150 Grad Celsius gibt es von Trocknungsprozessen bis hin zur standardisierten Gebäudeheizung ein breites und technisch ausgereiftes Anwendungsfeld.

Insbesondere der Einsatz für Gebäudeheizungen und Brauchwassererwärmung erfordert bei betriebsinterner Umsetzung keine großen Anpassungsmaßnahmen. Die Wärme kann über einen Wärmetauscher in das bestehende Heizungsnetz eingespeist werden. Gegebenenfalls ist bei auseinandergehenden Liefer- und Verbrauchsmustern die Installation von Wärmespeichern zur Pufferung notwendig.

### Betriebsübergreifende Wärmelieferung

Viele Betriebe mit nennenswerten Abwärmepotentialen nutzen diese bereits umfangreich für die eigene Gebäudeheizung. Gerade in energieintensiven Branchen übersteigt die Abwärme jedoch häufig den eigenen Bedarf. Eine sinnvolle Verwendung im eigenen Betrieb ist dann nicht möglich. Die Lieferung der Wärme an ein anderes Unternehmen kann dann wirtschaftlich und technisch attraktiv sein.

### Wie können Abnehmer gefunden werden?

Das Potential und die Anzahl von möglichen Unternehmen hängt stark vom Temperaturniveau und Wärmemenge ab. Es empfiehlt sich deshalb, insbesondere bei unmittelbarer Nähe zu anderen Betrieben, direkt Kontakt aufzunehmen.

Darüber hinaus können die Industrie- und Handelskammern angesprochen werden. Häufig veranstalten IHKs Energiestammtische für Unternehmen. Nicht zuletzt verfügen auch Kommunen über umfangreiches Standortwissen. Die kommunalen Klimaschutzmanager helfen bei der Ausarbeitung von entsprechenden Konzepten oder empfehlen mögliche Betriebe.

In einigen Regionen Deutschlands wurden in Förderprojekten Abwärmeatlanten entwickelt. Diese können online aufgerufen werden. Ein gutes Beispiel ist der Abwärmeatlas der Sächsischen Energieagentur (SAENA). [www.abwaerme-atlas.de](http://www.abwaerme-atlas.de)

### Anrechnung der Abwärmenutzung für Neubauten

Das aktuelle Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz schreibt für die Errichtung von Neubauten einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung vor. Dieser Anteil kann durch die Verwendung von Abwärme aus industriellen Anlagen reduziert werden. Insbesondere für den Bau

von großen Gebäuden und Hallen kann Abwärme deshalb eine attraktive Alternative sein.

### Technik

Steht die Abwärme nicht kontinuierlich zur Verfügung, weil die Produktionsprozesse etwa un stetig ablaufen, kann dies über einen Zwischenspeicher ausgeglichen werden. Dies funktioniert auch, wenn die Leistung kontinuierlich zur Verfügung steht, jedoch nur punktuell abgerufen wird. Ein gutes Beispiel hierfür sind Betriebsduschen.

Je länger die Betriebszyklen der Wärmequelle auseinanderliegen, desto größer muss der Zwischenspeicher ausgelegt werden. Innovative Ansätze beschäftigen sich zudem mit der längeren, teilweise sogar saisonalen Speicherung von großen Wärmemengen. Hierfür werden beispielsweise Kiesschüttungen oder die Solewasserschicht im Untergrund erwärmt. Bei niedrigen Temperaturen wird die Wärme dann über Wärmetauscher an die Gebäude abgeführt.

### Leistungsabsicherung

Auch, wenn die Abwärme voraussichtlich das ganze Jahr über anfällt, sollte eine Leistungsabsicherung vorhanden sein. Insbesondere ist dies wichtig, wenn mit Abwärme kritische Prozesse oder Heizungen im Winter betrieben werden. Zunächst sollte hierfür geprüft werden, ob im Betrieb potentielle Erzeugerkapazitäten zur Leistungsabsicherung vorhanden sind. Oftmals können Unternehmen auf überdimensionierte eigene Heizsysteme für technische Prozesse beispielsweise der Dampfproduktion zurückgreifen.

Hohe Investitionen in eine Leistungsabsicherung durch Öl- oder Gasbrenner, die dann nur für einen kurzen Zeitraum laufen, können so vermieden werden. Steht kein Ersatzsystem zur Verfügung, kann zumindest für das planbare Abschalten der Anlagen auf mobile Miet-Heizstationen zurückgegriffen werden.

Diese Stationen haben das Format eines Containers und werden beispielsweise mit Gas oder Holzhackschnitzeln betrieben. Hohe Anschaffungskosten erübrigen sich auf diese Weise.



Wärmespeicher zur Speicherung von Abwärme aus einer Klimaanlage in einer Fleischerei (Bild: Haase Tank GmbH)

### Dimensionierung von Wärmeleitungen

Konkret sollte die Frage gestellt werden, ob in der Zukunft eine Anpassung beziehungsweise Erhöhung der Lieferung oder auch eine Reduzierung zu erwarten ist. Geht das Unternehmen davon aus, dass die abwärmeliefernden Anlagen auf Grund von Produktionszunahmen zünftig erweitert werden, könnte auch das Wärmenetz direkt für eine mögliche Erweiterung ausgelegt werden. Mit der richtigen Planung und Dimensionierung kann so zu einem späteren Zeitpunkt der Absatz der Abwärme ohne Neuverlegung der zentralen Leitungen erhöht werden.

### Wirtschaftlichkeit

Die betriebsübergreifende Nutzung von Abwärme ist im Vergleich zur betriebsinternen Nutzung mit höheren Investitionskosten verbunden. Die zwei größten Kostenpunkte sind die Wärmetauscher und das Wärmenetz. Die Kosten für die Aufnahmepunkte hängen von der Verfügungsart der Abwärme ab.

So steigt der Preis, wenn die Abwärme über Luft oder Diffus abgeführt wird und in ein flüssiges Medium übertragen werden muss. Bei Verschmutzungen in Rauchgasen müssen beispielsweise zusätzliche Filteranlagen verhindern, dass die Bestandteile die Korrosion des Wärmetauschers beschleunigen oder Feststoffanlagerungen verursachen.



Verlegung einer neuen Wärmeleitung mit zwei Leitungssträngen (Bild: iStock by Getty Images)

### Finanzierung

In der Regel müssen sich Energieeffizienzmaßnahmen innerhalb sehr kurzer Zeiträume von zwei bis drei Jahren amortisieren. Dies führt dazu, dass Potentiale häufig nicht ausgeschöpft werden. Bei der Abwärmenutzung und insbesondere dem Aufbau von betriebsübergreifenden Infrastrukturen amortisieren sich die Anlagen auf Grund der hohen Investitionen erst über längere Zeiträume.

Diese liegen in der Regel bei 8 bis 10 Jahren, bei aufwändigeren Wärmenetzen teilweise bis zu 20 Jahren. Damit die Investitionen trotzdem getätigt werden, sollten die Anlagen als Teil von Gebäude- und Infrastrukturinvestitionen gesehen werden. Abhängig ist die Abschreibzeit und Amortisation aber auch von der Laufzeit der Abwärmequelle und dem entsprechenden Ausfallrisiko. Bei einem stabilen Geschäftsumfeld und einer Anlage, die auch für die zukünftige Produktion über längere Zeiträume benötigt wird, kann die Finanzierung entsprechend gestreckt werden.

### Recht

Rechtlich gesehen handelt es sich bei einer geschäftsmäßigen Wärmelieferung um Fernwärme. Die tatsächlich gelieferte Menge oder überbrückte Transportdistanz ist für diese Definition unerheblich. Die Grundlage für die Lieferung von Wärme ist im deutschen Recht ein Wärmeliefervertrag. Seit 1980 gilt für die meisten Lieferverhältnisse neben dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) die Verordnung für allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme. Vertragspartner sind der Wärmelieferant und Leitungsbetreiber sowie der Wärmeabnehmer. Der daraus entstehende Rechtsrahmen bietet der Abwärmenutzung einerseits Rechtssicherheit andererseits aber auch einige Hürden, die bei der Projektplanung beachtet werden sollten.



### LESETIPP

Die Dena stellt in einem neuen Projekt innovative Praxisbeispiele der Abwärmenutzung vor:

[www.abwaerme-leuchtturm.de](http://www.abwaerme-leuchtturm.de)

### Vertragslaufzeit

Mit einer langfristigen Abnahmevereinbarung können Risiken minimiert werden. Zeitgleich setzt das Recht nach § 309 Nr. 9a BGB aus Gründen des Verbraucherschutzes Grenzen bei der Vertragslaufzeit. Denn Verbrauchern soll regelmäßig die Wechselmöglichkeit zu günstigeren Wettbewerbern ermöglicht werden. Übliche Vertragslaufzeiten betragen deshalb rund 10 Jahre. Werden längere Lieferzeiten vereinbart, besteht das Risiko der Ungültigkeit des Vertrages.

### Grundnutzungsrechte

Soll auch der Leitungsbau auf dem Abnehmergrundstück übernommen werden oder muss dort eine Übergabestation gebaut werden, müssen in den Verträgen unbedingt die entsprechenden Freigaben dafür eingeholt werden. Dies schließt auch eventuelle Rückbaupflichten nach Ablauf der Verträge mit ein.

### Lieferpflichten

Eine Liefergarantie und Haftung für den Lieferausfall sollte festgehalten werden. Im Rahmen dieser Garantie kann definiert werden, wann das Unternehmen tatsächlich haftet. Beispielsweise können Defekte, ausgelöst durch höhere Gewalt, ausgeschlossen werden. Zusätzlich können turnusmäßige Wartungsintervalle vereinbart werden, in denen die Lieferung unterbrochen oder Ersatzwärme bereitgestellt wird.



Isolierte Rohrsegmente für Wärmeleitungen (Bild: iStock by Getty Images)

### Zutrittsrechte

Für den Bau, den Betrieb und die Wartung des Wärmenetzes sollten, sofern der Übergabepunkt nicht an der Grundstücksgrenze des Abnehmers liegt, Zutrittsrechte zugesichert werden.

### Abnahmepflichten

Im Rahmen des Vertrages können Mindestmengen festgehalten werden, die geliefert werden sollen. Auf diese Weise kann das Investitionsrisiko gesenkt werden.

### Umlegung von Kosten auf Vermieter

Soll Abwärme zur Gebäudeheizung an unternehmenseigene aber vermietete Räumlichkeit geliefert werden, können unter Umständen die Anschlusskosten auf die Mietparteien umgelegt werden. Die Möglichkeiten müssen auf Grund des sich ändernden Mietrechts individuell geprüft werden. Grundsätzlich gilt jedoch, dass ein Hinweis auf eine mögliche Umlegung in den ursprünglichen Mietverträgen als Basis genutzt werden kann und dass der langfristige Umstieg kostenneutral für den Mieter ausfallen muss.

### Weiterleitung an Dritte

Unter Umständen kommt es bei Wärmelieferung zur Weiterleitung an Dritte, beispielsweise andere Unternehmen oder Wohngebäude, durch den ursprünglichen Abnehmer. Durch die Weiterleitung wird das liefernde Unternehmen gegenüber

der Drittpartei in Rechten und Verpflichtungen gebracht. Der Vertrag sollte deshalb die Weiterleitung explizit ausschließen oder den zulässigen Rahmen genau abstecken.

### Abrechnungen, Mahnung, übliche Vertragsklauseln

Für den Fall eines Zahlungsausfalls sollte, besonders wenn die Abwärme für kritische Prozesse geliefert wird, ein genaues Vorgehen abgestimmt werden. Eine Preisänderungsklausel kann bei zu bestimmenden Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine Preisanpassung ermöglichen.



## RECHENTIPP

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat einen interaktiven Abwärmerechner entwickelt:

[www.izu.bayern.de/abwaermerechner](http://www.izu.bayern.de/abwaermerechner)

### Genehmigungsrecht

Abhängig von der örtlichen Bebauungs- und Raumplanung müssen für den Bau von Abwärmeleitungen, Zwischenspeichern sowie Übergabestationen verschiedene Prüfungen vorgenommen und Genehmigungen eingeholt werden.

### Raumplanung und Bebauungspläne

Mit der Raumplanung und den darauf aufbauenden Bebauungsplänen können Gemeinden Vorgaben für die Flächennutzung machen. Unter Umständen können in der Raumplanung Hürden für die Verlegung von Leitungen vorliegen. Bei Planungsbeginn sollte deshalb Kontakt mit dem Bauamt aufgenommen werden.

### Baugenehmigung

Sowohl für den Leitungsbau auf dem Unternehmensgelände, dem Gelände des Abnehmers als auch auf öffentlichem Grund werden gegebenenfalls Baugenehmigungen notwendig.

### Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Umweltverträglichkeitsprüfung beschreibt die mittelbaren und unmittelbaren Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt und muss für Wärmespeicher ab einer Größe von 5.000m<sup>3</sup> und generell für Fernwärmeleitungen individuell vorgenommen werden.

### Gewässer- und Bodenschutz, Naturschutzrecht

Beim Einsatz von wassergefährdenden Stoffen muss nach dem Wasserhaushaltsgesetz die Gefährdung durch einen möglichen Austritt der Medien verhindert werden. Es darf keine schädliche Bodenveränderung hervorgerufen werden. Hierfür müssen technische Anforderungen zur Dichtigkeit und Standsicherheit erfüllt werden. Dies kann beispielsweise heißen, dass die Leitung aus einem innenliegenden Stahlrohr und einem ummantelnden druckfesten Kunststoffrohr bestehen muss.

### Leitungs- und Gestattungsrecht

Um Wärme an angrenzende Betriebe oder Wohngebäude liefern zu können, muss in der Regel öffentlicher Grund gekreuzt werden. Hierfür müssen mit den örtlichen Gemeinden sogenannte Wegenutzungsverträge in Form von privatrechtlichen Gestattungsverträgen geschlossen werden. Diese Gestattungsverträge entsprechen allerdings nicht den herkömmlichen Konzessionsverträgen, die für den Bau und Betrieb von Gas- und Stromnetzen nach § 46 Abs. 2 S. 1



Absenken einer großen Wärmeleitung (Bild: iStock by Getty Images)

Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) geschlossen werden. Der Gesetzgeber hat Fernwärme hiervon bewusst ausgenommen. Gestattungsverträge, die einem Fernwärmeversorgungsunternehmen das ausschließliche Recht gewähren im Gemeindegebiet Fernwärmeleitungen zu errichten, verstoßen gegen das Kartellverbot nach § 1 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkung (GWB).

Da die Gemeinde Besitzerin des örtlichen Wegenetzes ist und nach § 18 GWB ein Monopolrecht ausübt und nach § 19 GWB einem Missbrauchsverbot unterliegt, hat das Bundeskartellamt festgestellt, dass gegenüber der Gemeinde grundsätzlich ein Anspruch auf Erteilung eines Wegerechtes besteht.\*

### Gestattungsentgelt

Das Gestattungsentgelt, welches von der Kommune verlangt werden kann, kann grundsätzlich frei gestaltet beziehungsweise zwischen Kommune und Unternehmen ausgehandelt werden. Es bewegt sich nicht im Rahmen der existierenden Regelungen von Strom, Gas oder Wassernetzen und muss lediglich steuer- und kartellrechtlichen Ansprüche einhalten.

### Übereignungsanspruch und Vertragsverlängerung

Anders als beim Strom- und Gasnetz hat die Gemeinde keinen Anspruch auf den Erwerb oder die Übernahme der Wärmeleitungen nach Ablauf des Gestattungsvertrages. Das Vereinbaren der Übereignung des Netzes wird gelegentlich im Vertrag festgehalten, ist jedoch als Konditionsmissbrauch gemäß § 19 Abs. 2 Nr. 2 GWB unwirksam. Vielmehr wird dem Unternehmen laut Bundeskartellamt ein Anspruch auf Verlängerung des Gestattungsrechts bei Vertragsende eingeräumt.

### Keine Ausschreibungspflicht

Da Gestattungsverträge kein Wegenutzungsmonopol übertragen und die weitere Gestattung von Leitungen für andere Unternehmen möglich ist, sind sie nicht ausschreibungspflichtig.

### Laufzeiten und Folgepflichten

Neben der Benutzungserlaubnis für öffentlichem Grund regeln Gestattungsverträge auch die Folgepflicht, Folgekostenregelung und die Laufzeiten. Häufig werden die Gestattungsverträge mit Laufzeiten von bis zu 30 Jahren ausgelegt. Mit den Folgeverpflichtungen wird beispielsweise die Rückbaupflicht nach dem Laufzeitende festgelegt oder die Verantwortung bei Schadensfällen an der öffentlichen Infrastruktur während der Bauzeit und des späteren Betriebs geregelt. Mit ihrer längeren Laufzeit unterscheiden sich Gestattungsverträge für Wärmenetze von Strom und Gasnetzen, die nach § 46 EnWG nur bis zu 20 Jahre laufen dürfen.

### Einleitung in bestehende Netze von Dritten

Anders als beim Strom- und Gasnetz besteht grundsätzlich kein Einleitungs- oder Durchleitungsanspruch durch das Fernwärmenetz von Dritten. Dies ist vor allem in dem wesentlich höheren technischen Aufwand, welcher durch das inhomogene Arbeitsmittel verursacht wird, begründet. Nur aus kartellrechtlichen Gründen nach § 19 Abs. 2 Nr. 4 GWB und bei vorliegenden besonderen ökologischen Vorteilen und sehr geringfügiger Belastung für den Leitungsbetreiber kann unter Umständen ein Einleitungsanspruch erreicht werden. Grundsätzlich ist es deshalb empfehlenswert als Alternative und wie im folgenden Kapitel beschrieben mit dem Leitungsnetzbetreiber das Gespräch zu suchen und die Abwärme an ihn zu verkaufen.

## Abwärmeeinspeisung in bestehende Wärmenetze

Optional zur Direktlieferung an ein anderes Unternehmen bietet es sich auch an, die Abwärme an ein Fernwärmeunternehmen zu verkaufen. Fernwärmenetze werden häufig in dicht besiedelten Regionen von Stadtwerken aber auch großen Energieversorgern betrieben. Für die Ausgestaltung und Umsetzung einer solchen Kooperation gilt es einige Herausforderungen zu beachten, damit die Abwärme vom Fernwärmebetreiber technisch und wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden kann.

### Technik

Da Fernwärmeleitungen mit festen Betriebsparametern betrieben werden, müssen vor Ort bestimmte Bedingungen erfüllt oder die Abwärme aufbereitet werden. Generell handelt es sich bei der Einspeisung in ein Fernwärmenetz immer um sehr individuelle technische und wirtschaftliche Lösungen. Vor jeder Umsetzung wird deshalb eine tiefgreifende Analyse durchgeführt, die sich mit den folgenden Faktoren beschäftigt.

### Distanz zur nächsten Fernwärmeleitung

Die Distanz oder lokale Verfügbarkeit eines Fernwärmenetzes ist kritisch. Wird in der unmittelbaren Umgebung eine Leitung betrieben, gilt es abzuschätzen, ob sich die Kosten für die Installation einer Anschlussleistung amortisieren können. Denn je länger die neue Anschlussleistung sein muss, desto höher sind die Kosten und Wärmeverluste. Leider gibt es hierfür keine Faustformel.

### Temperatur und Drücke

Auch, wenn moderne Niedertemperaturheizungen mit Vorlauftemperaturen ab 30 Grad Celsius arbeiten können, werden Fernwärmenetze wegen Verbrauchern mit höheren Temperaturniveaus und für Anschlüsse von möglichst vielen Abnehmern mit Vorlauftemperaturen von bis zu 135 Grad Celsius und Drücken von bis zu 16 bar betrieben.

### Aufbereitung der Abwärme vor Ort

Erfüllt die Abwärme nicht die technischen Ansprüche der Fernwärmeleitung und hat beispielsweise ein zu niedriges Temperaturniveau, sollte die Planung nicht gleich eingestellt werden. Es kann sich durchaus lohnen, die Abwärme vor Ort auf das Niveau der Fernwärmeleitung anzuheben. Hierfür können beispielsweise Wärmepumpen oder die verfügbare Heizleistung der eigenen Gebäudetechnik verwendet werden.

**Zwischenspeicher**

Fällt die Abwärme nicht stetig an, kann dies über die Installation eines großen Zwischenspeichers ausgeglichen werden. Teilweise können Fernwärmebetreiber die unstetige Einspeisung über bereits existierende Speicher oder flexiblere Heizkraftwerke ausgleichen.

**Saisonale Verfügbarkeit**

Für Fernwärmebetreiber ist ein zusätzliches Angebot von Wärme besonders in der kalten Jahreszeit interessant. Häufig besteht kein Interesse an der Lieferung im Sommer. Das ganzjährige Abwärmepotential von Anlagen lässt sich hierdurch nur begrenzt wirtschaftlich nutzen.

**Wirtschaftlichkeit**

Der Anschluss von Abwärmepotentialen an eine Fernwärmeleitung ist in der Regel mit sehr hohen Investitionen verbunden. Dies liegt einerseits an den hohen Kosten der Leitungen und andererseits daran, dass es sich stets um individuell zu planende und dimensionierende Systeme handelt. Die Kosten amortisieren sich deshalb häufig nur über 10 Jahre und mehr.

**Höhe und Aufteilung der anfallenden Investitionskosten**

Für die Erschließung des Abwärmepotentials müssen neben der Anschlussleitung, Wärmetauscher und teilweise Ausgleichs- und Zwischenspeicher gebaut werden. Die Kosten und Verantwortlichkeiten können individuell festgelegt werden. Soll der eigene Aufwand für den Betrieb minimiert werden, bietet es sich an die Anlagenteile komplett durch den Fernwärmebetreiber bauen und betreiben zu lassen.

**Dauer und Verbindlichkeit der Abwärmeverfügbarkeit**

Mit einer zunehmenden Geschwindigkeit und Taktung des Wirtschaftslebens beschränken sich Unternehmen häufig auf sehr kurze Verbindlichkeiten und bieten die Abwärme nur nach dem sogenannten Können und Vermögen an. Auf Grund von kürzeren Investitionszyklen und möglichen Produktionsrückgängen sollen langfristige Verbindlichkeiten vermieden werden. Dieses Ausfallrisiko erhöht die Kosten für die Erschließung der Potentiale und verhindert dies oft. Kann ein Unternehmen eine längere verbindliche Zusage über die Lieferung der Abwärme treffen, erhöht es somit die Attraktivität des Projektes.

**Zusammensetzung der Abwärmeerlöse**

Für die Kalkulation der möglichen Einnahmen durch den Verkauf der Abwärme werden häufig die Gestehungskosten der Wärmeerzeugung durch Gas, Kohle oder Öl als Referenzwert herangezogen. Die Einkaufspreise der Fernwärmebetreiber durch den Wärmebezug aus stetig produzierenden Großkraftwerken sind häufig wesentlich niedriger. Für die Verhandlungen über die Erlöshöhe sollten deshalb nicht die fossilen Gestehungskosten von Wärme als Mindestpreis gesehen werden.

**FÖRDERMITTELANGEBOTE**

Auch für den Anschluss an Fernwärmenetze besteht die Möglichkeit aus verschiedenen staatlichen Förderprogrammen Unterstützung zu erhalten: Mehr Infos unter:

[www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de)  
[www.foerderinfo.bund.de](http://www.foerderinfo.bund.de)

# VER STR OM UNG

*Drei unterschiedliche Technologien ermöglichen die Nutzung von Abwärme zur Stromerzeugung. Steigen die Einkaufspreise für Strom, gewinnen diese Optionen für Unternehmen an Attraktivität. Der Einsatz der zunächst kapitalintensiven Anlagen kann dann Kosten sparen.*

**FÖRDERMITTELANGEBOTE**

Ebenso wie die anderen Abwärmetechnologien stehen für Verstromungstechnologien eine Reihe von Fördermitteln zur Verfügung, die bei der Betriebswirtschaftlichkeit unterstützen. Informationen sind abrufbar unter:

[www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de)  
[www.foerderinfo.bund.de](http://www.foerderinfo.bund.de)

## Technik zur Rückverstromung

Für hohe Temperaturen und Mengen eignen sich für die (Rück)verstromung von Abwärme Dampfturbinen oder Dampfkolbenmotoren. Fällt das Temperaturgefälle niedriger aus, können Organic Rankine Cycle (ORC) Turbinen eingesetzt werden. ORC-Turbinen verwenden anstatt Wasser Arbeitsmittel mit einem niedrigeren Siedepunkt und können bereits bei einem kleineren Temperaturgefälle Strom erzeugen.

### Temperaturniveau

Die Abwärmequelle sollte mit ihrem Temperaturniveau möglichst nah an der oberen Arbeitstemperatur der jeweiligen Anlagen liegen. So kann die Anlage einen hohen elektrischen Wirkungsgrad erreichen.

### Verfügbarkeit der Abwärme

ORC-Anlagen sind kostenintensiv und lohnen sich bei einer hohen Jahrestundenauslastung. Steht die Abwärme nur eingeschränkt zur Verfügung, sind die Anlagen nicht ausreichend ausgelastet. Fällt die Abwärme im Tagessverlauf sehr zyklisch an, kann unter Umständen ein Zwischenspeicher bei der verstärkten Stromerzeugung und Vollausslastung einer klein dimensionierten Anlage helfen.

### Rückkühlung oder Weiterverwendung der Abwärme

Teilweise kann die Abwärme, nachdem die ORC-Turbine damit betrieben wurde, noch für Heizzwecke verwendet werden. Liegen die Temperaturen bereits bei unter 50 Grad Celsius kommt der Einsatz nur in speziellen Niedertemperaturheizungen in Frage. Wird die Abwärme nicht weiter genutzt, müssen die Arbeitsmedien trotzdem in einem Verflüssiger auf Arbeitstemperatur herabgekühlt werden. Bei der Freiluftinstallation von ORC-Containern, werden die Verflüssiger auf oder in unmittelbarer Nähe zum Container installiert. Soll die ORC-Anlage in einem Betriebsgebäude installiert werden, müssen die Kosten für Leitungen nach draußen und die entfernte Installation des Verflüssigers eingeplant werden.

### Zusammenlegen mehrerer Abwärmeströme

Liegen mehrere Abwärmeströme mit unterschiedlichen Temperaturniveaus vor, lohnt es sich unter Umständen, diese trotz Senkung der Spitzentemperaturen zusammenzuführen. Denn größere ORC-Anlagen verbessern die Kosteneffizienz.

### Betriebsaufwand und Wartungen

Bis auf die regelmäßigen Wartungen durch den Hersteller laufen die meisten ORC-Anlagen automatisch. Ein zusätzlicher Personaleinsatz ist deshalb nur in sehr begrenztem Maße gefordert.

### Wartung von Produktionsanlagen

Jede Produktionsanlage unterliegt Wartungsintervallen. Abhängig davon, wie lange diese Intervalle dauern, kann die Auslastung der ORC-Anlage durch die mangelnde Abwärme empfindlich reduziert werden. Deshalb sollte im Voraus geprüft werden, ob und für wie lange die Abwärmequellen heruntergefahren werden müssen.

### Wirtschaftlichkeit

Auf Grund hoher Investitionskosten und des niedrigen Wirkungsgrades bedarf es bei der Wirtschaftlichkeit von Abwärmeverstromungsanlagen einer besonderen Betrachtung. Ein näherer Blick lohnt sich, wenn die folgenden Kriterien beziehungsweise Hinweise zutreffen. In den Fällen, in denen ORC-Anlagen tatsächlich installiert wurden, rentieren sich Projekte häufig innerhalb weniger Jahre und erzielen zweistellige Renditen.

### Besteuerung und Vergütungssätze

Für aus Abwärme erzeugten Strom fallen auch beim Eigenverbrauch Belastungen durch die EEG-Umlage an und erhöhen somit die Kosten. Dadurch liegen insbesondere bei energieintensiven Unternehmen, wo oftmals das größte Verstromungspotential vorherrscht, die potentiellen Stromgestehungskosten inklusive anfallender Gebühren über den Bezugspreisen von Netzstrom. Ab Strombezugspreisen von über 15 Cent können ORC-Anlagen aktuell Kostenvorteile aufweisen. Zudem kann die Technologie perspektivisch mit steigenden Gesamtstrompreisen weiter an Attraktivität gewinnen.

### Planungssicherheit über die Abwärmeverfügbarkeit

Der Betrieb der Anlage ist von der Abwärmeverfügbarkeit abhängig. Kommt es durch Produktionsumstellungen zum Wegfall oder einer Reduzierung sinkt auch die Rentabilität der Anlage. Je sicherer die Verfügbarkeit der Abwärme über die Refinanzierungszeit ist, desto niedriger können die Risikoaufschläge angesetzt werden.

## Übersicht der Technologien zur Abwärmeverstromung

Technologie	Leistungs klassen	Temperaturen	Strom produktion	Elek. Wirkungsgrad	Preis
Organic Rankine Cycle-Turbine	35 kW – 25 MW	70 – 350 °C	3,5 kW – 5 MW	10 – 20%	3.000 €/kWel
Stirlingmotor	5 – 210 kW	650 – 1.000 °C	0,6 kW – 47,25 kW	12,5 – 22,5%	1.500 – 3.000 €/kWel
Dampfturbine	45 kW – 160 MW	250 – 540 °C	11 kW – 67 MW	25 – 42%	1.100 – 1.400 €/kWel

### Auslastung der Anlage

Die Dimensionierung der Anlage sollte auf eine möglichst hohe Auslastung ausgelegt sein. So kann die Anlage mit einer hohen Anzahl an Jahresvolllaststunden gefahren werden und die Amortisationszeit kürzer ausfallen.

### Recht

Für den Bau von Rückverstromungsanlagen gibt es nur sehr wenige rechtliche Hürden.

### Baurecht

Sofern für den Betrieb Umbaumaßnahmen vorgenommen werden müssen und zum Beispiel eine Kühlanlage auf dem Dach des Gebäudes installiert werden muss, sollte geprüft werden, ob dies im Bebauungsplan nicht eingeschränkt wird. Insbesondere gilt dies für offene Kühlsysteme, bei denen die Wärme über Wasserdampf an die Umwelt abgegeben wird. Diese sind verstärkt von hygienischen Regulierungen und dem Interesse der Öffentlichkeit betroffen.



ORC-Anlage auf der Rhein-Main Depo- nie GmbH (RMD) in Flörsheim-Wicker. (Bild: Bosch KWK Systeme GmbH)

# KÜ HIL U NG

Abwärme wird in Unternehmen bevorzugt anderen Prozessen mit Wärmebedarf zugeführt. Dabei gibt es auch Technologien zur abwärmegetriebenen Kälteerzeugung. Moderne Sorptionskälteanlagen können durch die Nutzung von Abwärme kostengünstiger betrieben werden als elektrische Kompressionskältemaschinen.

## Abwärmegetriebene Kälteerzeugung

Steht viel Wärme zur Verfügung liegt der erste Gedanke stets nahe: Wo kann im Unternehmen mit dieser Wärme etwas beheizt, erwärmt oder getrocknet werden? Dabei gibt es auch Technologien zur abwärmegetriebenen Kälteerzeugung.

Kälte wird in der Industrie häufig über Kaltwassernetze mit Temperaturen von 3 bis 14 Grad an Anlagen geliefert, um etwa Spritzgussteile aus Metall oder Kunststoffen herunterzukühlen oder mechanische Werkzeuge vor Überhitzung zu schützen. Darüber hinaus werden insbesondere in der Lebensmittelindustrie Temperaturen unter dem Gefrierpunkt für das Schockfrostern von Produkten benötigt. Nicht zuletzt gibt es auch einen großen Kühlbedarf in der Gebäudeklimatisierung.

Der Vorteil der Abwärmenutzung liegt bei diesen Anwendungen auf der Hand. Die ganzjährig benötigte Kühlleistung kann durch die ebenfalls dauerhaft anfallende Abwärme abgedeckt werden. Auch die höheren Anschaffungskosten für die notwendigen Sorptionsanlagen können hierdurch und durch die wegfallenden Energiekosten kompensiert werden.

### Technik

Für die Kälteerzeugung aus Abwärme werden sogenannte Sorptionsprozesse genutzt. In Sorptionsverfahren findet eine reversible Anlagerung eines Arbeitsmittels an einem Sorptionsmittel statt. Bei der Anlagerung wird dem Arbeitsmittel die Wärme entzogen. Zur Trennung der beiden Medien muss erneut Wärme hinzugefügt werden. Die Anlagentypen werden je nachdem, ob es sich bei dem Sorptionsmittel um ein flüssiges oder festes Medium handelt in Adsorptions- und Desorptionskältemaschinen unterteilt. Beide Typen benötigen unterschiedliche Antriebstemperaturen und erreichen verschiedenen Kühltemperaturen und Leistungen. Momentan ist die Adsorption die ausgereifere Technologie. Adsorptionsanlagen laufen zyklisch und werden bisher lediglich in niedrigeren Leistungsklassen angeboten.

### Der Kältebedarf

Zunächst sollte der genaue Kältebedarf ermittelt werden. Hierfür ist es notwendig zu wissen, bei welcher Temperatur welche Menge Kälte benötigt wird. Auf Grund des spezifischen Lastverhaltens der Sorptionsanlagen sollte ein genaues Lastprofil des Kältebedarfs erstellt werden.

### Das alte System

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Neuanlage ist auch die Effizienz und die zu erwartende Restlaufzeit der alten Anlage. Für den Kostenvergleich sollte neben den aktuellen Kältegestehungskosten unbedingt auch analysiert werden, ob sich diese durch weiter steigende Energiepreise erhöhen. Auch wenn die Anlage bereits abgeschrieben sind, kann sie durch niedrige Effizienz und steigende Energiepreise höhere Gesamtkosten verursachen, als abwärmebetriebene Sorptionsanlagen.

### Das verfügbare Temperaturniveau der Abwärmequelle

Durch höhere Abwärmertemperaturen verbessert sich die Effizienz der Anlagen. Hierdurch muss weniger Erzeugungskapazität installiert werden. Stimmen die verfügbaren Abwärmertemperaturen nicht mit den Vorgaben der verfügbaren Sorptionsanlagen überein oder befinden sich nur im unteren Lastbereich, ist die Wirtschaftlichkeit des Projektes nicht gegeben.

### Wie wird die benötigte Abwärmeleistung für eine spezifische Kühllast berechnet?

Einstufige Absorptionsanlagen haben in der Regel eine Arbeitszahl von 0,6 bis 0,75. Das heißt, dass 60 bis 75% der eingebrachten Wärmeenergie, in Kühlleistung umgewandelt werden und 25 bis 40% verloren gehen. Der Abwärmebedarf liegt dann entsprechend über dem Kühlbedarf.

### Gefährdende Betriebsmittel

Kälte- und Sorptionsmittel bestehen zum Teil aus wasser- und umweltgefährdenden Stoffen. Bei Adsorptionsanlagen wird in der Regel Ammoniak oder Lithiumbromid verwendet. Seltener kommen unbedenklichere Lösungen aus Wasser und speziellen Salzen zum Einsatz. Ammoniak verflüchtigt sich schnell bzw. wird in Gewässern schnell abgebaut, wirkt aber insbesondere in wässriger Lösung ätzend. Nach § 19 des Wasserhaushaltsgesetzes müssen die Anlagen deshalb standsicher und gegen mögliche Beschädigungen geschützt sein. Ammoniak darf bei Austritten nicht in die Kanalisation, in Oberflächengewässer oder ins Grundwasser gelangen.

## Technische Daten verschiedener Sorptionsanlagen

	Absorptions- kälteanlagen (Lithiumbromid)	Absorptions- kälteanlagen (Ammoniak)	Absorptions- kälteanlagen (Salzwasserlösung)	Adsorptions- kälteanlagen
Abwärm- temperatur °C	75–128 °C (einstufig) 110–188 °C (mehrstufig)		60–90 °C (einstufig)	55–95 °C
Max. Kälte temperatur °C	6 °C	-40 °C	16 °C	4–12 °C
Kälteleistung (kW/MW)	12kW–2 MW	12kW–2 MW	50–160 kW	8–590 kW
Betrieb	Grundlast	Grundlast	Grundlast/Flexibel	Zyklus
Arbeitszahl	0,6–0,75 (einstufig) 1,3–1,6 (zweistufig)		0,79	0,6

Lithiumbromid ist im Vergleich zu Ammoniak ein weniger gefährlicher Stoff. Jedoch werden auch hierfür spezifische Vorgaben für den sicheren Betrieb gemacht. Im Gespräch mit möglichen Anlagenlieferanten sollten deshalb Gefahren und Anforderungen erörtert werden.

**Leistungsabsicherung und Zwischenspeicher**

Insbesondere wenn bei einem Ausfall der Kühlleistung hohe Schäden in der Produktion drohen, sollte geprüft werden, ob beispielsweise die alten Systeme zur Absicherung im Betrieb gehalten werden können. Für den Fall, dass die Abwärmeverversorgung ausfällt oder für Wartungen der Anlagen heruntergefahren werden müssen, können Sorptionsanlagen teilweise mit Ersatzwärme betrieben werden. Hierfür kann ein Gaskessel o.ä. dauerhaft vorgehalten werden oder eine mobile Heizstation gemietet werden. Kurzfristige Ausfälle können durch Zwischenspeicher abgesichert werden.

Ohnehin sollten die Versorgungsprioritäten für den Betrieb der eingebundenen Anlagen im Vorfeld geklärt werden. Durch einen Abgleich der notwendigen Wartungsintervalle und -aufwände mit den Betriebszeiten der Kältesenken können Ausfallrisiken im Vorfeld minimiert werden.

**Lastauslegung und Grundlastverhalten**

Bei der Anlagendimensionierung sollte die Leistung nicht anhand der Spitzenlast bzw. Nachfrage bemessen werden. Denn Sorptionsanlagen sind erstens für einen konstanten Grundlastbetrieb ausgelegt und verursachen zweitens durch

ihre hohen Investitionskosten signifikante Gestehungskosten für die Abdeckung der Lastspitzen. Mit dem Einsatz von Kältespeichern oder zusätzlichen Kompressionskälteanlagen können Nachfragspitzen abgedeckt und die Überdimensionierung der Sorptionsanlage verhindert werden. Bei Gesprächen mit möglichen Anlagelieferanten sollten diese Optionen besprochen werden.

**Transport der Kälte**

Der Transport von Wärme im Winter und Kälte im Sommer mit derselben Leitungsinfrastruktur funktioniert nur sehr bedingt. Dies liegt daran, dass Kälteleitungen im Gegensatz zu Wärmeleitungen bei nicht ausreichender Isolierung eine Taubildung verursachen. Gegebenenfalls kann geprüft werden, ob die Absorptionsanlage möglichst nah an ihrem Verbraucher installiert und dort an das Wärmenetz angeschlossen wird, um den Bedarf von neuen Kaltwasserleitungen zu minimieren.

**Platzbedarf von Sorptionskälteanlagen**

Im Vergleich zu Kompressionskälteanlagen und Freiluftkühlern sind Sorptionskälteanlagen größer und auch wesentlich schwerer. Häufig ist es deshalb eine Herausforderung Anlagen in bestehenden Räumlichkeiten zu installieren, die vorher für Kompressionskälteanlagen ausgelegt wurden.

**Niedertemperatursenke**

Sorptionskälteanlagen benötigen für den Betrieb eine Niedertemperatursenke, um die Wärme, die bei der Trennung von Arbeits- und Sorptionsmittel anfällt, abgeben zu können. Dafür kommt häufig nur eine Freikühlung auf dem Dach in Frage. Eine Leitungsinfrastruktur ist deshalb notwendig.

**Wirtschaftlichkeit**

Kälteerzeugung aus Abwärme hat einen grundlegenden Vorteil gegenüber der gesonderten Kältebereitstellung durch eigenständige Kompressions- oder auch Sorptionsanlagen: Die Abwärme steht als Energie mit sehr niedrigen Kosten zur Verfügung. Der Nachteil liegt allerdings in den höheren Investitionskosten für die Anlagen. Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit muss also grundsätzlich die Frage beantwortet werden, ob die Ersparnisse der Energiekosten die Investitionskosten ausgleichen können.

**Die kostengünstigere Freikühlung**

Lässt sich der Kühlbedarf ganzjährig mehrheitlich über eine Freikühlung decken, lohnt sich eine Nutzung der Abwärme für die Kühlung in der Regel nicht und würde höhere Kosten verursachen. Auch wenn die Kühlleistung der Freiluftkühlung im Sommer nicht ausreicht, sollte diese aus betriebswirtschaftlicher Sicht eher durch eine nachgeschaltete Kompressionskühlung ergänzt werden.

**Mehrkosten durch erhöhten Installationsaufwand**

Durch ihr höheres Gewicht und Volumen müssen unter Umständen Anpassungsmaßnahmen am Gebäude durchgeführt werden. Insbesondere wenn die Anlage auf Grund der vorherrschenden Platzverhältnisse nicht an den Standort des kleineren Vorgängers gebaut werden kann, sollten Mehrkosten durch notwendige längere Transportleitungen einkalkuliert werden.

**Finanzierungszeiträume**

Die Finanzierung von Sorptionskälteanlagen wird meist über 15 Jahre betrachtet und liefert, wenn die Abwärme kostenlos verfügbar ist und die Anlagen 3.000 Stunden im Jahr laufen, Renditen von 10 bis 15 %. Bei höherer Auslastung können sich die Zeiten allerdings auch drastisch verkürzen.

**Recht**

Grundsätzlich treten bei Sorptionskälteprojekten nur die im Rahmen der eventuell notwendigen Baugenehmigung ablaufenden rechtlichen Hürden auf. Darüber hinaus können beim Einsatz von umweltgefährdenden Stoffen weitere Genehmigungen notwendig sein.

**FORSCHUNGSKOOPERATION FÜR DIE PRAXIS**

Die Absorptionskälteanlagen Biene und Hummel wurden im Rahmen eines BMWi-Förderprojektes von der TU Berlin, der Vattenfall Wärme AG und dem Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE) entwickelt. Sie zeichnen sich durch niedrige Vorlauftemperaturen, ihre Kompaktheit sowie Flexibilität aus und werden inzwischen von einem Mittelständler produziert.



Kühlanlagen auf dem Dach eines Industriegebäudes (Bild: iStock by Getty Images)

# DIE NS T LEIS TER

Contracting kann die Umsetzung von Abwärmeprojekten erheblich vereinfachen, hat sein Marktpotential allerdings bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Die folgenden Erläuterungen gehen auf die Vor- und Nachteile sowie Besonderheiten des Contractings ein und sollen bei der Entscheidung und anschließenden Durchführung unterstützen.



## FÖRDERMITTELANGEBOTE

Auch für die Kälteproduktion sollten Fördermöglichkeiten überprüft werden. In der Regel wird die Kälteproduktion durch Abwärme, mit allen anderen Abwärmemaßnahmen gleichgesetzt. Fördermittel für die direkte Abwärmenutzung können so auch für die indirekte Kälteanwendung genutzt werden. Informationen zu Fördermöglichkeiten sind abrufbar unter:

[www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de)  
[www.foerderinfo.bund.de](http://www.foerderinfo.bund.de)



## LESETIPP

Wie die verschiedenen Technologien zur Abwärmenutzung genau funktionieren, erklärt ein SAENA-Leitfaden:

[www.saena.de/angebote/energie-in-unternehmen.html](http://www.saena.de/angebote/energie-in-unternehmen.html)

## Was ist Contracting?

Im Contracting nutzt ein Unternehmen die technische und finanzielle Dienstleistung eines externen Unternehmens, um den betriebs-eigenen Energieverbrauch und die Betriebskosten zu senken.

Je nach Vereinbarung optimiert der Contractinggeber hierfür den Betrieb von Anlagen, kümmert sich um den Einkauf von Energieträgern oder übernimmt sogar die komplette Energiebereitstellung für ein Unternehmen. Der Contractinggeber finanziert seine Arbeit und die investiven Maßnahmen über einen Anteil der Einsparungen, die der Contractingnehmer also das Unternehmen an ihn abtritt.

Für das Unternehmen liegt hier häufig die Hauptmotivation: Eine eigene kapitalintensive Investition unterliegt bei Energieeffizienzmaßnahmen oft kurzen Amortisationsvorgaben von zwei bis drei Jahren. Ein Contractinggeber wird auch bei Zeiträumen von sechs bis sieben Jahren tätig und kann so ruhende Effizienzpotentiale heben.

### In welchen Bereichen gibt es Abwärmecontracting?

Contracting kann nach der DIN 8930 in vier verschiedene Formen aufgeteilt werden: Das Energieliefer-Contracting, das Finanzierungs-Contracting, das technische Anlagenmanagement und das Einspar-Contracting. In diese Kategorien lassen sich beinahe alle Dienstleistungen, vom Einkauf der Energieträger über die Finanzierung bis hin zur kompletten Anlagenprojektierung und dem Betrieb, einordnen.

Darüber hinaus gilt in der Contracting-Branche der Grundsatz der individuellen Lösungsansätze. Das umfangreiche Wissen der Branche wird genutzt, um für jede Anwendung eine passgerechte Lösung zu entwickeln.

Auch Nischenanwendungen wie etwa die vorangehend beschriebene abwärmegetriebene Kühlung oder die betriebsübergreifende Nutzung von Abwärme sollten deshalb mit einem Contracting-Unternehmen auf die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft werden. Auch ohne ein bereits identifiziertes Potential kann sich eine gemeinsame Analyse der Energieströme im Unternehmen lohnen.

### Drei Wege zum Contracting-Partner

Eine große Herausforderung beim Contracting ist häufig die unabhängige aber auch effiziente Auswahl eines möglichen Dienstleisters. Hierfür bieten sich von der Ausschreibung bis zur Direktansprache eines einzelnen Unternehmens

verschiedene Wege an, die Vor- und Nachteile in zeitlicher und monetärer Effizienz mit sich bringen.

### Öffentliche (funktionelle) Ausschreibungen

Generell bieten Ausschreibungen und Vergleichsangebote die entscheidenden Vorteile, dass über die wettbewerbliche Situation und den Kostendruck das günstigste Angebot zum Zug kommt. Häufig wird dieser Faktor vernachlässigt und Unternehmen beschränken sich auf den Vergleich eines Angebots mit den hauseigenen Umsetzungskosten. Um möglichst vergleichbare Angebote einholen zu können, bietet es sich an, ein entsprechend detailliertes Lastenheft zu erstellen. Dieses sollte so viele Rahmeninformationen über den Betrieb und die Energieströme wie möglich enthalten, zeitgleich aber auf so wenig technologieeinschränkende Details wie nötig setzen.

Denn häufig schränken diese Details die Anbieter in der Wahl und Dimensionierung ihrer Konzepte soweit ein, dass die effizientesten Angebote unter Umständen nicht den vorgegebenen Spezifikationen entsprechen. Viele Contractinganbieter stellen Checklisten zur Verfügung, in denen aufgeführt wird, welche Rahmeninformation für die konkrete Angebotsformulierung benötigt werden.

### Mehrstufige Ausschreibungen

Ein Ausschreibungsverfahren kann auch in zwei Stufen durchgeführt werden. Hierbei wird in der ersten Runde mit den wichtigsten Rahmendaten, um Angebote mit Grobanalysen gebeten. Die Contractinggeber beschränken sich in diesen Grobanalysen auf die Angabe von Eckdaten und ermöglichen dem Unternehmen, ohne zu hohe Ressourcen aufzuwenden, einen ersten Überblick über ihre möglichen Leistungen. Das Unternehmen kann die vorliegenden Grobanalysen als Ent-

scheidungsgrundlage nehmen und in der zweiten Stufe mit dem attraktivsten Bieter weiterarbeiten. Die anschließende Feinanalyse wird dann unabhängig von der späteren Umsetzungsentscheidung durch das Unternehmen vergütet und ermöglicht so das risikofreie Aufbringen von weiteren Ressourcen für die Ausarbeitung durch den Contractinggeber. Nach Abschluss der Feinanalyse hat das Unternehmen eine sehr detaillierte Grundlage für die Durchführungsentscheidung vorliegen.

### Unabhängige Dienstleister mit Fachexpertise werden für Grobanalyse und Ausschreibung beauftragt

Contractinggeber bringen als Fürsprecher für sich Fachexpertise mit, die in dem Unternehmen nur bedingt vorhanden ist. Dies geht allerdings auch mit der logischen Folge einher, dass es für eigenständige Potentialanalysen für die Ausschreibungsgestaltung und spätere Entscheidung für einen Anbieter an Kompetenz im Unternehmen fehlen kann. Hierfür können unabhängige Ingenieurbüros und Berater hinzugezogen werden. Diese unterstützen zunächst bei der Potentialanalyse und dann gegebenenfalls später bei der Durchführung von Ausschreibungen und Entscheidungen.

### Direktansprache eines einzelnen Contractinggebers

Die einfachste Durchführungsvariante liegt in der direkten Ansprache eines Contracting-Unternehmens. Dieses Unternehmen führt eine eigene Analyse durch und liefert ein Angebot ab. Häufig wird dieses Angebot dann lediglich mit den möglichen Kosten einer eigenständigen Durchführung verglichen. Als Folge fehlt der Kostendruck der bei einer wettbewerblichen Ausschreibung generiert wird und die Aufführung von möglichen alternativen Ansätzen. Ein Vorteil der diesen Nachteil ausgleichen kann, liegt allerdings in der wesentlich schnelleren Anbahnung und Durchführung des gesamten Projektes.



Überwachung von Energie- und Betriebsdaten in einem produzierenden Unternehmen  
(Bild: iStock by Getty Images)

### Der Vergleich von Contracting mit der Eigenumsetzung

Als weitere Entscheidungsgrundlage sollten die Contracting-Angebote mit dem Kosten und Nutzen der eigenen Umsetzung verglichen werden. Hierbei müssen allerdings ebenso die Nachteile des höheren Risikos und des eventuell fehlenden Know-hows einbezogen werden. Diese Risikominimierung wird bei Investitionsentscheidungen häufig nicht ausreichend gewürdigt. Als Folge führen vermeintlich betriebswirtschaftlich attraktivere Selbstumsetzungen bei technischen Defekten oder Planungsfehlern zu hohen Kosten, die das Unternehmen selber tragen muss.

### Rechte und Pflichten zwischen Unternehmen und Contractinggeber

Abseits der Verbindlichkeit von Zielvorgaben und der Erreichbarkeit dieser, sollten Unternehmen darauf achten, dass gerade bei investiven Maßnahmen die Besitzverhältnisse, Zugangsrechte und Haftungsfragen abschließend geklärt sind. Dies schließt insbesondere die Frage ein, in wessen Besitz die Anlagen nach Ablauf des Vertrages übergehen.

### Was passiert, wenn sich das Nutzungs- oder Produktionsverhalten ändert?

In Contracting-Verträgen einigen sich die Parteien auf festgelegte Vorgehensweisen und Entschädigungszahlungen, für den Fall, dass sich das Nutzungsverhalten der Anlagen stark ändert. Wenn Unternehmen nicht genügend Sicherheiten bieten können, werden Contracting-Verträge zudem über Bürgschaftsbanken und Investitionssicherheiten abgesichert.

### Wie lange sollte ein Contracting-Vertrag laufen?

Die Laufzeit von Contracting-Verträgen ist nicht vereinheitlicht. In den meisten Fällen hängt sie von der Amortisationszeit der umzusetzenden Maßnahmen ab und liegt zwischen sechs und acht Jahren. Bei größeren und komplexeren Projekten kann sie aber auch länger sein.

### Die eigenen Mitarbeiter einbinden

Ein häufig vergessener Katalysator für den Erfolg von Contracting-Projekten ist die Einstellung der eigenen Belegschaft. Die Auslagerung von Projekten bzw. das Hinzuziehen von externen Experten kann bei verantwortlichen Ansprechpartnern negativ aufgenommen werden. Wird der eigene Arbeitsplatz als bedroht angesehen oder entsteht der Eindruck, dass die eigene Kompetenz durch den Arbeitgeber angezweifelt wird, kann dies das Arbeitsklima entscheidend hemmen. Deshalb sollten Pläne frühzeitig kommuniziert werden und die Mitarbeiter in ihrer Tätigkeit einbezogen werden. Das Projekt bzw. die Idee müssen also intern in allen relevanten Abteilungen erfolgreich verkauft werden, damit die Organisation geschlossen dahintersteht.



### MITARBEITER MOTIVATION

#### Motivationsgründe für die betroffenen Abteilungen

- Senkung von Betriebskosten für den Finanzmanager
- Erhöhung der Produktionseffizienz für das Management
- Energieeinsparung für das Facility- und Energiemanagement
- Werbepotential für PR, Marketing und CSR-Abteilungen

## VOR- UND NACHTEILE DES CONTRACTING

**Fokussierung** auf das Kerngeschäft ist möglich.

**Verantwortung** für das Projekt wird auf den Dienstleister übertragen.

**Kapitalbedarf und Risiko** für das Unternehmen wird reduziert.

Contracting setzt auch Maßnahmen mit **längeren Amortisationszeiten** um und hebt damit Potentiale, die für die Eigenumsetzung nicht attraktiv genug sind.

Abgabe der **Bauherrenpflicht**.

Weniger **personelle Ressourcen** werden gebunden.

Spezialisierte Anbieter können **effizienter** arbeiten und sparen hierdurch Kosten.

Das Know-how des Dienstleisters verbessert die **Risikoeinschätzungen**.

Der Dienstleister muss nicht gesondert **finanziert** werden, sondern erhält einen Teil der Energieeinsparerlöse.

Der Contractor kann materielle Ressourcen über **größere Bestellungen** günstiger beziehen.

Während ein Anlagenbauer für einen klassischen Bauauftrag an der Maximierung des Auftragsvolumens interessiert ist, strebt ein Contractinggeber nach der **Maximierung der Wirtschaftlichkeit** und steht den Interessen des Unternehmens somit wesentlich näher. Zielkonflikte werden reduziert.

Die Kosten des Projektes können betriebswirtschaftlich **transparenter** und einfacher dargestellt werden, da das Unternehmen nur die zu zahlenden Gebühren und gegenüberstehenden Einsparungen betrachten muss. Diese führt es als **Betriebskosten** und nicht als Investitionskosten in seiner Bilanz auf.

Contracting-Verträge können mit einem gewissen **Gestaltungsspielraum** geschlossen werden. Dies ermöglicht nachträgliche Anpassungen oder Änderungen, ohne hohe Mehrkosten oder Entschädigungsforderungen nach sich zu ziehen.

Grundsätzlich wird mit dem Abschluss eines Contracting-Vertrages Verantwortung und die Entscheidungsbefugnis abgegeben. Das Unternehmen begibt sich in die **Abhängigkeit** des Contractors.

Auch wenn Contracting gerade für Unternehmen mit wenig verfügbaren Investitionsmitteln eine attraktive Möglichkeit zur Anlagenmodernisierung darstellt, müssen trotzdem Sicherheiten oder Bürgschaften zur **Absicherung** des Geschäftes geplant werden.

Das Unternehmen gibt einen Teil seiner **Anlagenverantwortung** ab. Wenn Verantwortlichkeiten nicht abschließend geklärt sind, kann dies im Schadensfall zu Streit um die Beseitigungskosten führen.

Contracting kann das **Betriebsklima** verschlechtern, wenn Mitarbeiter ihren Arbeitsplatz bedroht sehen oder den Eindruck haben, dass ihre Kompetenz angezweifelt wird.

LEI

MIE-Leitfäden  
2013–2016

- Praxisleitfaden Energieeffizienz: Unternehmen besser informieren und beraten
- Praxisleitfaden Mitarbeitermotivation Energieeffizienz und Klimaschutz
- Praxisleitfaden Betriebliches Mobilitätsmanagement

MIE-Leitfäden  
2017–2018

- Praxisleitfaden Abwärmenutzung
- Praxisleitfaden Energieeffizienz in Gewerbegebieten
- Neuaufgabe Praxisleitfaden Mitarbeitermotivation Energieeffizienz und Klimaschutz

Download unter  
[www.mittelstand-energiewende.de](http://www.mittelstand-energiewende.de)

T

FÄ

DE

N

## Stichwortverzeichnis

**Abluft** 3

Abnahmepflichten 9  
 Abrechnungen, Mahnung, übliche Vertragsklauseln 9  
 Abschreibzeit 8  
 Abwärmeatlas 7  
 Abwärmecontracting 22  
 Abwärmeerlöse 12  
 Abwärmepotentiale 3, 7, 12,  
 Abwärmequellen 5, 14  
 Abwärmeverfügbarkeit 12, 14  
 Amoniak 17  
 Anlagenmodernisierung 25  
 Anlagenprojektierung 22  
 Aufbereitung der Abwärme vor Ort 11  
 Auslastung 15, 17, 19  
 Ausschreibungen 22  
 Ausschreibungspflicht 11  
**Baugenehmigung** 10  
 Baurecht 15  
 Bestandsaufnahme 4  
 Besteuerung und Vergütungssätze 14  
 Betriebsmittel 18  
 Betriebsübergreifende Wärmelieferung 7  
 Brauchwassererwärmung 7  
**Contracting** 22  
**Dampfkolbenmotoren** 14  
 Dampfturbinen 14  
 Dauer und Verbindlichkeit der Abwärmeverfügbarkeit 12  
 Dimensionierung von Wärmeleitungen 8  
**Einspeisung** 11  
 Energieträger 4, 22  
**Fernwärme** 10, 11  
 Finanzierung 8, 19, 22  
 Fördermittelangebote 12, 16, 20  
 Freikühlung 19  
**Gebäudeheizung** 7, 9  
 Gestattungsentgelt 10  
 Gewässer- und Bodenschutz, Naturschutzrecht 10  
 Grundlastverhalten 18  
 Grundnutzungsrechte 9  
**Investition** 8, 9  
 Investitionskosten 8, 12, 14, 19  
**Kältebedarf** 17  
 Kälteerzeugung 17  
 Kälteleitungen 18  
**Lastauslegung** 18  
 Laufzeiten und Folgepflichten 11

Leistungsabsicherung 7, 18  
 Leitungs- und Gestattungsrecht 10  
 Lieferpflichten 9  
 Lithiumbromid 18  
**Neubauten** 7  
 Niedertemperatursenke 19  
**Organic Rankine Cycle Turbinen** 14  
**Planungssicherheit** 14  
 Platzbedarf von Sorptionskälteanlagen 19  
 Potentialanalysen 22  
**Raumplanung** 10  
 Rückkühlung oder Weiterverwendung der Abwärme 14  
**Saisonale Verfügbarkeit** 12  
 Sorptionsprozesse 17  
 Strahlungswärme 5  
**Tagesverlauf** 5  
 Temperaturniveau 5, 7, 11, 14, 17  
 Trocknungsprozesse 7  
**Übereignungsanspruch** 10  
 Umlegung von Kosten auf Vermieter 9  
 Umweltverträglichkeitsprüfung 10  
**Verfügbarkeit der Abwärme** 14  
 Vor- und Nachteile Contracting 25  
 Vertragslaufzeit 9  
 Vertragsverlängerung 10  
**Wärmepumpen** 5, 12  
 Wärmesenke 5  
 Wärmeübertragungskonzepte 5  
 Wartung von Produktionsanlagen 14  
 Wartungen 14  
 Weiterleitung an Dritte 9  
 Witterung 5  
**Zusammenlegen mehrerer Abwärmeströme** 14  
 Zutrittsrechte 9  
 Zwischenspeicher 7, 8, 10, 12, 14, 18

**Servicestelle der Mittelstandsinitiative  
Energiewende und Klimaschutz (MIE)  
Breite Straße 29, 10178 Berlin**

**Ansprechpartner:**

Jan-Peter Vasiliadis, Telefon: +49 30 203 08 2241

E-Mail: [vasiliadis.jan-peter@dihk.de](mailto:vasiliadis.jan-peter@dihk.de)

Bildrechte: iStock, Haase Tank GmbH, Bosch KWK Systeme GmbH, BS NOVA Apparatebau GmbH

**Impressum**

**DIHK Service GmbH**

Breite Straße 29

D-10178 Berlin

Telefon: +49 30 203 08-0

Fax: +49 30 203 08 1000



**Weitere Informationen**

[www.mittelstand-energiewende.de](http://www.mittelstand-energiewende.de)

**Redaktionsleitung**

Jan-Peter Vasiliadis

**Redaktion**

Christoph Petri, Karoline Preiser

Alle Rechte liegen beim Herausgeber. Ein Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Herausgeber gestattet. Alle Angaben wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts sowie für zwischenzeitliche Änderungen wird keine Gewähr übernommen.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



NATIONALE  
**KLIMASCHUTZ**  
INITIATIVE