



# **Warum Sie über Energieeffizienz und/oder ein Energieaudit nachdenken sollten**

**Der Leitfaden für  
Entscheider**



Verfasst von den Energieberatern  
Dipl. Ing. Andreas Boxheimer und Dipl. Ing. Jürgen Stupp

## Inhaltsverzeichnis:

### Kapitel 1 (Seite 4-5)

Wer muss warum ein Energieaudit durchführen?

- Was ist ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1?
- Warum muss ich ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1 durchführen?
- Wer muss ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1 durchführen?
- Was bringt mir ein Energieaudit?
- Gibt es Unterschiede bei der Erstellung von Energieaudits?
- Hurra!- wir sind ein KMU- sollten wir dennoch über Energieeffizienz nachdenken?

### Kapitel 2 (Seite 6-11)

Energieeffizienz- macht sexy

- Warum sollte man über Energieeffizienz nachdenken?
- Energieeffizienz steigert die Produktivität!
- Energieeffizienz und Mitarbeiter
- Energieeffizienz als Imagefaktor
- Investieren um zu gesichert investieren zu können !

### Kapitel 3 (Seite 12-35)

Technisches Grundlagenwissen „verständlich für Jedermann“ oder was sollte bei der Umsetzung von energetischen Maßnahmen vorab bedacht werden?

2

3.1 Auf welche Art kann man Wärme erzeugen?

- Brennwerttechnik Gas/Öl
- Wärmepumpen
- Biomasse
- Kraft-Wärmekopplung
- Nutzung von Abwärme
- Solarthermie – Wärme von der Sonne
- Brennstoffzelle
- Direktbefeuerte Wärmeerzeuger / Wärmeverteiler

3.2 Wie kann man Wärme verteilen?

- Heizkörper
- Flächenheizungen
- Indirekte Luftherhitzer

3.3 Hier ist es aber sehr warm!

- Direkte Klimatisierung
- Indirekte Klimatisierung
- Wärme in Kühlung umwandeln

### 3.4 Es werde Licht!

- Beleuchtung und weitere Tipps

### 3.5 Druckluftherzeugung- ein oft unterschätzter Energievernichter

### 3.6 Herrscht hier „dicke Luft“?

- Das ABC von Lüftungsanlagen

### 3.7 Photovoltaik- Strom von der Sonne

### 3.8 Investitionsgüter modernisieren oder ersetzen

## **Kapitel 4 (Seite 36-38)**

### Investitionen und Helden

#### 4.1 Return on Investment- energieorientierte BWL

#### 4.2 Hurra ich bin ein Energieheld!

- 5 Gründe die Sie zum Energieheld machen

#### 4.3 Jeder Held benötigt einen guten Berater

## Kapitel 1

### Was ist ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1?

Ein Energieaudit ist ein strukturierter Beratungsprozess zur Erfassung der Energiedaten von Unternehmen jegliche Art. Diese und andere Informationen werden erfasst und analysiert, um effizienzsteigernde oder verbrauchsreduzierende Potenziale aufzeigen zu können. Ein Energieaudit beinhaltet eine Analyse Ihres Energieverbrauchs sowie eine Potenzialanalyse wo und wie Energie eingespart oder effizienter verwendet werden kann.

### Warum müssen wir ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1 durchführen?

Die europäische Energieeffizienzrichtlinie RL 2012/27/EU schreibt für alle Unternehmen, die nicht unter die EU-Definition der KMU (kleine und mittlere Unternehmen) fallen, verbindliche Energieaudits vor. Im nationalen Recht ist dies im Energiedienstleistungsgesetz –EDL-G geregelt. Dieses Energieaudit muss mindestens alle vier Jahre wiederholt werden. Das erste Audit musste bis zum 05.12.2015 erfolgen. Wurde bis zum 5. Dezember 2015 kein Energieaudit nachgewiesen, liegt eine Ordnungswidrigkeit vor. Der Gesetzgeber sieht bei Verstoß gegen das Gesetz ein Bußgeld in Höhe von bis zu 50.000 Euro vor.

### Wer muss ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1 durchführen?

Alle Unternehmen, die eines oder mehrere der folgenden Kriterien erfüllen:

- mit mindestens 250 Mitarbeiter
- und mindestens 50 Mio. Euro Jahresumsatz oder mindestens 43 Mio. Euro Bilanzsumme

**Sowie Unternehmen mit öffentlicher Beteiligung über 25 %**

Bei der Berechnung der Mitarbeiterzahlen und der finanziellen Schwellenwerte sind die Verflechtungen mit anderen Unternehmen zu berücksichtigen.

Die Schwellenwerte beziehen sich auf den letzten durchgeführten Jahresabschluss.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
  - Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
  - **www.bs-energieberatung .de**

Hinweis:

Auch wenn Ihr Unternehmen auf den ersten Blick unter die KMU-Definition fallen sollte, ist eine eingehende Prüfung angeraten. Sollte es aufgrund von Beteiligungen und Verflechtungen mit anderen Unternehmen die oben genannten Schwellenwerte überschreiten, so ist es zum Energieaudit verpflichtet.

Wichtig: Die DIN EN 16247-1 fordert kein Energiemanagementsystem. Die Anforderungen sind nicht mit der ISO 50001 vergleichbar und es wird auch keine Zertifizierung benötigt.

### **Was bringt mir ein Energieaudit ?**

Durch die Umsetzung eines Energieaudits erhalten Sie entscheidende Informationen über den energetischen Status Ihres Unternehmens. Dadurch identifizieren Sie sowohl Ihre wesentlichen Verbraucher bzw. Verbrauchergruppen und Sie werden auf umsetzbare Einsparpotenziale aufmerksam gemacht. Deren Wirtschaftlichkeit wird zudem prognostiziert.

### **Es ist die Datenbasis um über Energieeffizienz in Ihrem Unternehmen nachdenken zu können!**

### **Gibt es Unterschiede bei der Erstellung von Energieaudits?**

Ja ! Wie immer im Leben gibt es unterschiedliche Qualitäten. Die Vorgaben nach der Norm sind sehr eng gefasst und lassen wenig Spielraum. Daher ist es wichtig den Bericht in den Kapiteln „Dokumentation der Verbesserungsmöglichkeiten und Ableitung der Maßnahmen zur Energieeinsparung“ nicht nur sehr allgemein zu halten sondern gezielt auf die individuellen Probleme einzugehen. Engagierte Berater liefern hier detailliertere und verständliche Vorschläge. Damit erhalten Sie einen Mehrwert.

### **Hurra ich bin ein KMU- sollte ich dennoch über Energieeffizienz nachdenken?**

**Wir meinen schon! Lesen Sie einfach weiter!**

#### **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**

Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de

**[www.bs-energieberatung .de](http://www.bs-energieberatung.de)**

## Kapitel 2 Energieeffizienz- macht sexy

### Warum sollte ich über Energieeffizienz nachdenken?

Es dreht sich immer um den Mensch und dessen Bedürfnisse.

Er benötigt ein geeignetes Umfeld um:

- seine Bedürfnisse entwickeln zu können
- die Bereitschaft zu entwickeln Mehrwerte für sich und die Gesellschaft zu generieren
- die nötige Anerkennung für die Erbringung dieser Bereitschaft zu erlangen
- den optimalen Schutz für seine zur Verfügung stehende Energie zu behalten

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Betrachten wir unseren Körper.

Mit jedem Bissen Nahrung und jedem Schluck Flüssigkeit nimmt der Mensch Energie zu sich.

Es sind die Brennstoffe, bzw. die „Primärenergien“ der „menschlichen Anlagentechnik“.

Die Effizienz dieses Energieeinsatzes ist unter anderem auch abhängig von dem physikalischen Umfeld, in welchem er sich aufhält. Gleicht sich dieses Umfeld an den natürlichen Energieverlust an, so geht weniger körpereigene Energie an die Umgebung verloren.

Sowie Kleidung ihn vor Wärmeverluste oder Überhitzen bewahrt, so schützt ihn die Gebäudehülle seines Arbeitsplatzes.

Sind nun noch die Luftqualitäten optimal, so wird weniger Energie für ein konzentriertes Denken und Handeln benötigt.

Um ein Gefühl für Ihre eigene Energie zu bekommen, können Sie folgende Übung durchführen:

Setzen Sie sich bequem hin.

Ihre Füße stehen fest auf dem Boden.

Ihre Wirbelsäule ist aufgerichtet und möglichst gerade.

Atmen Sie tief ein und aus.

Stellen Sie sich über Ihrem Kopf eine Sonne vor – Ihre ganz persönliche Sonne.

Fühlen Sie wie die Sonnenstrahlen Ihren Kopf berühren und wie die Sonnenenergie in Ihren Körper strömt.

Spüren Sie die Wärme, die an Ihrer Wirbelsäule entlang fließt.

Genießen Sie ein paar Atemzüge lang die kraftvolle, wundervolle Energie Ihrer persönlichen Sonne.

Diese Energie können Sie in Ihre Arbeit einbringen und sich hierdurch die Möglichkeit schaffen einen Mehrwert zur Befriedung über Ihre Grundbedürfnisse hinaus und auch Anerkennung zu generieren. Ihre Energie bzw. deren Einsatz wird effizienter.

Somit dreht sich das Thema Energie und deren Effizienz immer um den Mensch.

**- Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Dieser Leitfaden soll das Verständnis für Energieeffizienz stärken. Er soll aufzeigen, dass es hierbei nicht nur um die Einsparung von Brennstoffen geht sondern auch darum, das Leistungspotential Ihrer Mitarbeiter optimal zu nutzen.

Sie sehen das jedoch mehr pragmatisch! Nun gut.

Produktionsanlagen benötigen ebenso ein optimales Umfeld. Je mehr diese automatisiert sind, umso mehr sensible Technik verbirgt sich in ihnen. Daher ist ein optimiertes Raumklima wichtig für einen störungsfreien Produktionsprozess.

Immobilien, welche keine optimale Schutzfunktion erfüllen, sind auch weniger Interessant für potentielle Käufer oder Mieter. Wer investiert zum Beispiel teure Arbeitslöhne in Büroräume mit ungünstigem Raumklima?

Fragen sie sich selbst: Wo gehen Sie lieber einkaufen? Abhängig von der einzukaufenden Ware (Getränkemarkt oder Boutique) wirkt sich das Raumklima auf Ihr Einkaufserlebnis aus. Und selbst beim Einkauf im Baumarkt kaufen sie bestimmt lieber, wenn Sie freundlich beraten werden. Der Baumarktmitarbeiter kann jedoch nur freundlich sein, wenn er nicht mit körperlichen Ausgleichmaßnahmen beschäftigt ist, welche zur Kompensation eines schlechten Raumklimas von Nöten sind.

Werden diese Voraussetzungen erfüllt, ist der Mensch gewillt zu konsumieren und somit zu investieren. Es entsteht ein Wirtschaftskreislauf.

Also gleich aus welcher Sichtweise Sie es sehen – Energieeffizienz ist und bleibt ein Thema!

## Energieeffizienz steigert die Produktivität

Das Raumklima am Arbeitsplatz ist ein Umwelteinfluss, der den betroffenen Personen durchaus bewusst ist.

Schätzen sie Ihre Umgebung als weniger behaglich ein, fühlen sie sich weniger leistungsfähig, gestresster, schläfriger und weniger ausgeglichen.

Es werden zum Beispiel bei Raumtemperaturen über 28°C die physiologischen Reaktionen des Körpers verändert. Die Herzfrequenz steigt. Der Körper wird gezwungen, mehr Wärme und Feuchtigkeit über die Haut abzugeben.

Es besteht ein proportionaler Zusammenhang zwischen der Unzufriedenheit mit dem Raumklima und dem Auftreten von Konzentrationsproblemen, Ermüdungserscheinungen und somit der persönlichen Leistungsfähigkeit.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
- **www.bs-energieberatung .de**

Kohlendioxid ist der Indikator für vom Menschen verunreinigte Raumluft. CO<sub>2</sub> gilt deshalb als Leitgröße für die Raumlufthygiene. Ideal sind Konzentrationen unter 0,1 Vol%, der CO<sub>2</sub>-Grenzwert von 0,15 Vol% sollte nicht überschritten werden. In einem geschlossenen Raum mit 25 m<sup>2</sup> wird dieser Grenzwert jedoch z.B. von 3 Personen bereits nach weniger als 2 Stunden überschritten.

Eine thermische Belastung oder eine Belastung durch verbrauchte Raumluft verschlechtert die subjektive Einschätzung des Eigenzustandes und der eigenen Leistung.

Allerdings ist der Mensch in der Lage, äußere belastende Einflüsse im Interesse einer mentalen Leistung zu kompensieren.

Da aber der oben genannte Einfluss die Psyche und den Körper des Menschen beeinflusst, ist es normal, dass diese Möglichkeiten zur Kompensation im Laufe der Tagesarbeitszeit abbauen.

Es steigt die Fehlerquote und somit gibt es Probleme. Die Frustration aller Beteiligten steigt.

Zu niedrige Temperaturen animieren zu einer schnelleren Aufgabenerfüllung. Hierdurch steigt jedoch ebenfalls die Fehlerquote.

Neben den Raumtemperaturen wirken sich auch die Raumlufqualitäten auf die Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit aus. Luft mit geringerer Qualität erhöht die Ermüdungserscheinungen und reduziert die Konzentration. Ebenso belastet ein zu hoher Lärmpegel im Raum die Konzentrationsfähigkeit.

Somit wirkt sich das gesamte Raumklima auf die Psyche des Mitarbeiters und die Zufriedenheit mit dem Arbeitsumfeld aus. Andauernde psychische Belastungen können auch zu körperlichen Belastungen führen und die Anzahl von krankheitsbedingten Fehltagen erhöhen.



Sind die Voraussetzungen optimal so wird die Stimmung der Mitarbeiter gesteigert. Dies hat zur Folge, dass die allgemeine Motivation und die Kommunikationsbereitschaft zwischen Mitarbeiter oder ganzen Abteilungen verbessert werden. Dies kann die Entwicklung eines Unternehmens voran bringen, denn wenn man miteinander spricht, können oftmals Arbeits- oder Produktionsprozesse verbessert werden. Bei einer kreativen Zusammenarbeit der Mitarbeiter wird das Arbeiten attraktiver und die Loyalität der Fachkräfte zum Unternehmen gefestigt. Krankheitstage können sich aufgrund des gesamten guten Arbeitsumfeldes reduzieren.

- Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Gemäß der Erkenntnissen,

- Mein Unternehmen sorgt für mein Wohlbefinden während meiner Arbeitszeit
- Ich werde geachtet, denn meine Meinung zählt
- Gemeinsam können wir besser werden

kann die Produktions-, die Entwicklungs-, die Verkaufs- und die Verwaltungsfähigkeit eines Unternehmens, bei gleichem Personalstand, gesteigert werden.

### **Energieeffizienz und Mitarbeiter**

9

Die Bewertung des eigenen Arbeitgebers liegt im Trend. Auf verschiedenen Plattformen kann auch der Wohlfühlfaktor bewertet werden. Dieser beinhaltet unter anderem auch die Arbeitsatmosphäre, das Arbeitsumfeld sowie das Umwelt- und Sozialbewusstsein. Auch für den Arbeitgeber sind diese Bewertungsportale interessant. Sie spiegeln das Image eines Unternehmens wider und sind als neutrale Informations- und Meinungsportale für die Wahrnehmung eines Unternehmens in der Öffentlichkeit mitverantwortlich. Aufgrund ihrer großen Reichweite haben Arbeitgeber-Bewertungen sich als ein wichtiger Attraktivitätsbarometer etabliert. Sie können dazu dienen, ein Unternehmen als attraktiven Arbeitgeber darzustellen und sich gegenüber Wettbewerbern auf dem Markt besser zu positionieren.

Unternehmen sollten ihre Bewertungen stets im Auge behalten. Zufriedene Mitarbeiter sind schließlich nicht nur für die öffentliche Wahrnehmung des Unternehmens positiv, sondern auch für das interne Arbeitsklima.

Eventuell können gute Bewertungen Fachkräfte dazu animieren in das besser bewertete Unternehmen zu wechseln. Somit ist das Erschaffen eines guten Arbeitsumfeldes durchaus wichtig, um auf Marktveränderungen am Arbeitsmarkt reagieren zu können. So können Sie hierdurch

- gut ausgebildete Mitarbeiter im Unternehmen halten
- neue Fachkräfte für Ihr Unternehmen gewinnen

Das Human Capital eines Unternehmens ist letztendlich die Basis des Erfolges.

## Energieeffizienz als Image- und Marketingfaktor

Das Thema Energie nimmt in der Gesellschaft fühlbar an Bedeutung zu.

Durch die derzeitige starke Sensibilisierung der Menschen für Nachhaltigkeit gewinnt der Bereich Energieeffizienz für Unternehmen immer mehr an Bedeutung.

Immer mehr Kunden erwarten von Unternehmen nachhaltig zu agieren und sich somit im Klimaschutz zu engagieren.

Energiesparendes Verhalten, effiziente Technologien und der Einsatz erneuerbarer Energien sind wichtige Marketinginstrumente geworden, um den Ruf eines Unternehmens als umweltfreundlich zu etablieren – und zu festigen.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
- **www.bs-energieberatung .de**

Ein positives Firmenimage bestimmt maßgeblich über Kundenentscheidungen. Desweiteren wird der Absatz von Produkten/Dienstleistungen, die Neukundengewinnung, die Akquise von neuen Mitarbeitern sowie die Mitarbeiterbindung bei positiver Wahrnehmung des Unternehmens erleichtert. Ein positives Image festigt auch die Identifikation der Mitarbeiterschaft und steigert somit die Motivation wie auch die Leistungsfähigkeit. Das wiederum hat positiven Einfluss auf die Qualität der Unternehmensleistungen.

10

Ein notwendiger Pfeiler zur Etablierung eines umweltfreundlichen Images sind Investitionen in energieeffiziente Technologien und erneuerbare Energien.

Viele Unternehmen schöpfen nur einen kleinen Teil ihrer Potentiale bei der Energieeffizienz aus. Die Kosten hierfür werden oft gescheut, obwohl sich die Investitionen vielfach in kurzer Zeit rechnen. Zudem können Unternehmen über die Energieeffizienz ihre Ertrags- und damit Wettbewerbsfähigkeit erhöhen und ihre energieeffiziente Ausrichtung im Außenauftritt als Marketinginstrument einsetzen.

Ein Unternehmen, welches auf CO<sup>2</sup> Neutralität setzt, kann sich im Markt Wettbewerbsvorteile verschaffen. Es bietet sich eventuell die Möglichkeit das eigene Produkt- oder Leistungsangebot durch eine Kennzeichnung mit einem ökologischen Gütesiegel als umweltfreundlich nach außen zu kommunizieren.

Hierdurch kann sich die gesellschaftliche und unternehmerische Relevanz des Unternehmens in der Öffentlichkeit erhöhen.

Die ist vor allem wichtig im Endkundengeschäft. Jedoch auch für Zulieferer, Logistikpartner und externe Dienstleister wird das Thema der CO<sup>2</sup> Neutralität zur Kundenneugewinnung oder Kundenbindung zu einem wichtigen Imagefaktor werden.

Die Botschaft lautet:

„Wir haben verstanden und zeigen Verantwortung für die begrenzten Ressourcen unserer Erde.“

### Investieren um Investitionen zu sichern

Produktionsabläufe werden auch zukünftig immer mehr automatisiert werden. Hierzu werden immer komplexere und sensible Technologien und Steuerungselemente zum Einsatz kommen. Im gleichen Zuge werden sich die Berufsbilder an diese neuen Herausforderungen angleichen.

Waren zum Beispiel früher Gabelstapler und Manpower gefragt, so werden zukünftig automatische Lager- und halbautomatische Kommissionierungssysteme qualifiziertes Bedienungspersonal fordern.

Dies hat zur Folge, dass die Anforderungen an Produktionsstätte und das Arbeitsumfeld steigen.

Hallengebäude müssen in der Lage sein teurere Anlagengüter gegen äußere Witterungsverhältnisse zu schützen. Die Anlagentechnik (Heizung/Lüftung/Klimatechnik/Beleuchtung) muss für ein optimales Produktionsumfeld sorgen. Ursprüngliche körperliche Arbeitsprofile wandeln sich in stehende oder sitzende Tätigkeiten um. Ein konstantes Raumklima bei gleichbleibender Raumlufttemperatur, Feuchtigkeit und Luftqualität werden für den Mensch und die Maschinen immer wichtiger.

Es gelten somit andere Voraussetzungen, welche bestehende oder neue Gebäude erfüllen müssen.

Dies gilt jedoch nicht nur für die Produktion. Die höchsten „Betriebskosten“ bei Bürogebäuden stellen die Löhne der Mitarbeiter dar. Betrachtet man das Human Capital eines Unternehmens ebenso als Investition in die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens, so gilt es dies ebenfalls zu schützen. Hochqualifizierte Fachkräfte sind rar. Konnten diese für das Unternehmen gewonnen oder ausgebildet werden, gilt es die Menschen anhand eines optimalen Arbeitsumfeldes zu pflegen.

11

**- Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Sollen Gebäude angemietet werden, so stellt sich zunächst die Frage, ob diese die Zielsetzungen des Mieters bzw. dessen Investitionen ausreichend schützen können?

Letztendlich entsteht die Frage, was in die Gebäudeeffizienz zu investieren ist, damit die Folgeinvestitionen in Maschinen und Löhne einen optimalen Ertrag generieren können.

Ebenso können Investitionen in eine moderne Anlagentechnik bei Verkaufsstätten zur Steigerung der Kauflust des Kunden beitragen. Ein angenehmes Raumklima kann die Aufenthaltsdauer des Kunden und seine Kaufbereitschaft erhöhen. Jedoch ist auch hier auf die Gebäudehülle und Anlagentechnik zu achten um die energetischen Kosten konstant zu halten und somit kalkulierbar zu machen.

## Kapitel 3

### Technisches Grundlagenwissen „verständlich für Jedermann“ oder was sollte bei der Umsetzung von energetischen Maßnahmen vorab bedacht werden?

#### 3.1 Auf welche Art kann man Wärme erzeugen?

##### Brennwerttechnik

Sobald Wasserdampf kondensiert, wird Wärme frei. Dieses physikalische Gesetz machen sich Brennwertkessel zu Eigen. Sie nutzen neben der Verbrennungswärme zusätzlich die im Wasserdampf der Abgase versteckte Wärmemenge. Deswegen ist die Energieausnutzung bei Brennwertgeräten auch besser als bei Niedertemperatur- oder Standardkesselanlagen. Dort entweicht der energiegeladene Wasserdampf ungenutzt aus dem Schornstein.

Brennwertkessel dagegen kühlen die Abgase so weit ab, bis sich der darin enthaltene Wasserdampf verflüssigt. Durch die Kondensation wird die im Dampf enthaltene Energie als Wärme freigesetzt. Durch diesen zusätzlichen Wärmegewinn können Brennwertkessel gegenüber herkömmlichen Kesseln meist mehr als zehn Prozent Energie einsparen. Soweit die Theorie.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
- **www.bs-energieberatung .de**

12

Wie gut der Brennwertkessel funktioniert, hängt vor allem von den Rücklauftemperaturen der Heizanlage ab. Je kühler das Heizwasser von den Heizkörpern in den Brennwertkessel zurückfließt, desto besser. Ist die Rücklauftemperatur hingegen hoch, kommt der Brennwerteffekt kaum oder gar nicht zum Tragen. Bereits bei 55 Grad Rücklauftemperatur sinken die Ausbeute an Kondensationswärme und damit der Brennwerteffekt gegen null. Bei einer Temperaturspreizung von 60° im Vorlauf und 40° im Rücklauf befindet sich das Heizsystem beispielsweise im guten Kondensationsbereich. Es zählt also nicht nur die Technik des Kessels. Die komplette Heizungsanlage muss richtig eingestellt sein. Eine solche Optimierung umfasst den hydraulischen Abgleich samt Einstellung der Heizkurve am Heizkessel ebenso, wie das Einstellen oder den Austausch der Heizungspumpe, dem Einbau voreinstellbarer Thermostatventile sowie das Dämmen der Heizungsrohre. Beim hydraulischen Abgleich wird für jede Wärmeverteilerfläche die Menge an Heizwasser so reguliert, dass zu jeder Fläche die optimale Menge an heißem Wasser transportiert wird. Es wird also festgelegt, wieviel Wasser, mit welcher Fließgeschwindigkeit durch Rohre und Wärmeverteiler strömt, um die optimale Rücklauftemperatur zu erreichen.

Die Brennwerttechnik wird heute bei jeder Kesselart eingesetzt, welche über fossile Brennstoffe befeuert wird.

## Wärmepumpen

Vom Kältemittel zur Heizwärme – so funktioniert eine Wärmepumpe

Im Verdampfer befindet sich ein flüssiges Kältemittel, welches bereits bei relativ niedrigen Temperaturen verdampft. Dafür genügt schon die Wärme aus dem Erdboden, der Luft oder dem Wasser, welche vom Kältemittel aufgenommen wird.

Das gasförmige Kältemittel wird im Kompressor verdichtet. Dies erhöht den Druck und damit die Temperatur des Kältemittels.

Das erwärmte Kältemittel gelangt nun in den Kondensator (Verflüssiger). Dort gibt es seine Wärme über einen Wärmetauscher an das Heizungssystem ab und wird wieder flüssig.

Das noch unter Druck stehende Kältemittel gelangt durch das sogenannte Expansions- oder Entspannungsventil wieder auf das ursprüngliche niedrige Druckniveau. Nun beginnt der Prozess von Neuem

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
  - Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
  - **www.bs-energieberatung .de**

Für die Qualität der Wärmepumpe ist entscheidend, wie das Verhältnis zwischen der zugeführten und der gewonnenen Energie ist. Dafür gibt es zwei Kennzahlen:

13

Die Leistungszahl (engl. COP) stellt das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen dar. Entscheidend ist die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und der zu bereitstellenden Temperatur für die Heizungsanlage (Vorlauftemperatur). Diese sollte 40°C nicht überschreiten.

Die Jahresarbeitszahl benennt das Verhältnis zwischen der erzeugten Heiz-Energie (kWh) und der eingesetzten elektrischen Energie (kWh) während einer Heizperiode. Sie gibt also an, wie viel Einheiten Wärme aus einer Einheit Strom im Jahresdurchschnitt gewonnen werden. Die Jahresarbeitszahl ist daher der beste Kennwert um die Qualität einer Wärmepumpe zu bewerten.

Bei der Jahresarbeitszahl werden Werte zwischen 3,5 und 4 als gut angesehen. Diese Werte werden am ehesten erreicht, wenn z.B.

- der Heizwärmebedarf durch Dämmung des Gebäudes möglichst gering gehalten wird.
- das Heizsystem eine niedrige Vorlauftemperatur (max. 40°C) benötigt. Dies ist z.B. bei Flächenheizungen (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) der Fall. Denn umso geringer die Vorlauftemperatur ist umso größer muss die Wärmeabgabefläche in dem zu beheizenden Raum ausgelegt werden.

### Zu beachten:

Luft-Wasser-Wärmepumpen sind im Vergleich am kostengünstigsten. Allerdings haben diese Wärmepumpen einen Nachteil: Sie erreichen oft nur sehr niedrige Jahresarbeitszahlen, wenn sie nicht ausreichend ausgelegt sind und der Heizkreislauf nicht einreguliert ist.

Ein weiterer Nachteil von Luft-Wasser-Wärmepumpen: Die Wärmekapazität der Luft ist wesentlich geringer als die von Wasser oder Erdreich, sodass große Luftmengen bewegt werden müssen. Dies kann mit einer nicht unerheblichen Geräuschentwicklung verbunden sein, die als störend empfunden werden kann – nicht nur von Ihnen selbst, sondern auch von Ihren Nachbarn. Wobei hier arbeiten die Hersteller an entsprechenden Dämpfungssystemen.

Bei Sole-Wasser-Wärmepumpen (Erdwärmepumpen) besteht das Trägermedium in den Heizschlangen aus Sole, einem Frostschutzmittel-Wasser-Gemisch. Man unterteilt sie nochmals danach, ob sie die Wärme durch einen horizontal im Erdreich verlaufenden Kollektor oder durch eine senkrecht im Untergrund verlegte Sonde aufnehmen.

Wie mit Heizschlangen, die im Boden verlaufen, funktionieren so genannte Erdwärmekollektoren. Sie schneiden im Vergleich mit anderen Wärmepumpensystemen gut ab:

Die Kollektoren oder Bohrungen sollten jedoch nicht unterhalb von Gebäuden verlegt werden, denn bei einem feuchten Boden ist die Wärmeübertragung von Erde zur Solenflüssigkeit besser als bei einem trockenen Boden. Somit sind aufgrund der unversiegelten Grundstücksfläche häufig nur senkrechte Bohrungen zur Wärmegewinnung möglich. Hierbei werden die Bohrtiefen jedoch staatlich reglementiert. Dies ist von Region zu Region unterschiedlich geregelt.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

14

Wasser-Wasser-Wärmepumpen erschließen die Wärme von Wasser und besitzen die besten Jahresarbeitszahlen. Diese können den Faktor 5 erreichen, also aus 1 kWh Strom können bis zu 5 kWh Heizenergien erzeugt werden.

Herkömmlich wird das benötigte Wasser aus dem Grundwasser mit Saug- und Schluckbrunnen entnommen. Allerdings sind hierfür die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers und dessen Qualität sowie die Bodenbeschaffenheit für den Schluckbrunnen wichtig. Die benötigte Wassermenge muss zur Verfügung stehen und das Erdreich muss das zurückgeführte Wasser schnell wieder dem Grundwasser zugeführt werden können, ohne eine Sumpflandschaft entstehen zu lassen.

Aufgrund des Gewässerschutzes benötigen Sie auch dafür eine behördliche Genehmigung.

Weitere Möglichkeiten zur Wasserbeschaffung können große Löschwassertanks und große Abwassermengen darstellen.

## **Biomasse Heizungen**

### Holzheizungen

Eine Holzpellet- oder auch eine Holzhackschnitzelheizung besitzt die beste Umweltbilanz aller Heizsysteme. Die Pellets bzw. Hackschnitzel setzen nur so viel CO<sub>2</sub> frei wie der Baum beim Wachsen aus der Atmosphäre gebunden hat. Abgesehen von der Herstellung und vom Transport ist also der reine Betrieb solcher Anlagen nahezu klimaneutral. Allerdings stoßen die Anlagen als Feststoffverbrenner mehr Feinstaub und andere Luftschadstoffe als andere Heizsysteme aus.

Ab einem Wärmebedarf von 5 kW können Pellet-Zentralheizungen eine gute Alternative zum herkömmlichen Heizsystem darstellen. Ihr Leistungsspektrum reicht dabei vom Einsatz in kleinen Einfamilienhäusern bis hin zur Wärmebereitstellung für große Betriebseinheiten. Pellet-Zentralheizungen sind auf den Volllastbetrieb ausgelegt und somit als ausschließliches Heizsystem geeignet.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
- **www.bs-energieberatung .de**

Grundsätzlich unterscheidet sich die Funktion einer Pellet-Zentralheizung nicht von der einer gewöhnlichen Heizungsanlage. Es werden anstatt Öl- oder Gas nun Holzpellets mit Hilfe einer Zuführ-einrichtung periodisch an die Brennkammer der Pelletheizung geliefert. Die bedarfsgerechte Befüllung erfolgt also vollautomatisch. Innerhalb der Brennkammer werden die Pellets sodann verbrannt und erzeugen hierdurch Wärme. Mit dieser Wärme wird das Wasser für den Heizkreislauf im Heizkessel erwärmt und einem Pufferspeicher zugeführt.

15

Hiermit lässt sich vor allem die negative Brennstoffeffizienz bei kurzen Brennphasen abfangen, denn die Aufwärmphase einer Pellet-Zentralheizung ist deutlich höher, als bei einer Gas- oder Ölheizung.

Eine Pellet-Anlage setzt sich in der Regel aus folgenden Komponenten zusammen:

- einem Pelletheizkessel bestehend aus:
- dem Kesselgehäuse, dem Pelletbrenner, der Aschenaustragung
- der Brennstoffzufuhr über einen Saugschlauch (bei Größen bis maximal 200 kW Anlagenleistung) oder Förderschnecken. Der Weg zwischen Pelletbrenner und Pelletspeicher sollte nicht mehr als maximal 20 m betragen und wenn möglich eine lineare Förderstrecke ohne Bögen besitzen.
- der Abgasanlage sowie der Steuer- und Regelungstechnik.
- einem Wärmespeicher, um Differenzen zwischen Erzeugung und Bedarf auszugleichen,
- einem Pelletspeicher (Größe ungefähr 1/3 des jährlichen Brennstoffbedarfes)

Die Wärmeverteilung bei einer Pellet-Heizung erfolgt genauso, wie bei einer gewöhnlichen Heizung, es ist also keine Umrüstung auf spezielle Raumwärmeverteiler nötig.

### Holzhackschnitzelheizung

Für diese Art der Heizung gilt im Wesentlichen das gleiche wie für die Holzpellettheizung. Der einzige Unterschied besteht in der Qualität des Brennstoffes. Diese ist von größter Bedeutung. Holzteile, welche behandelt wurden oder mit Klebstoffen oder sonstigen Materialien verunreinigt sind, verkürzt dies schnell die Lebenszeit des Brenners. Ebenso wichtig ist der Restfeuchteanteil der Hackschnitzel. Schnell kann es zu Rußverklumpungen kommen und die Anlage in den Stöorzustand bringen. Ebenso kann sich der Auswand für die Lagerstätte und die Förderausrüstung ein höherer Investitionsaufwand entstehen.

### Brennstoffkosten:

Die Preise für Holzpellets haben sich in den letzten Jahren zwischen 4,5 und 5 Cent/kWh eingependelt. Der Ölpreis schwankt enorm und liegt derzeit bei etwas über 8 Cent/kWh, Gas bei etwas unter 7 Cent/kWh. fallen in Ihrem Betrieb geeignete Holzabfälle an und sie denken über eine Hackschnitzelanlage nach, so können die Brennstoffkosten gegen null gehen. Bei Holzpellets dagegen ist deren Qualität genormt.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

### Holzpellets wie auch Holzhackschnitzel brauchen Platz!

16

Die Lagerung von Pellets braucht bei Pellets in etwa den gleichen Platz wie eine Ölheizung. Der Lageraum kann im Außenbereich als Silo- und Containeranlagen oder in Erdtanks ausgeführt werden. Im Innenbereich ist ein entsprechend großer Raum mit Wandqualitäten der Güte F90 von Nöten. Die Lagerstätten müssen von Tankfahrzeugen anfahrbar sein. Der Einblasewege sollte nicht länger als 30 m sein und die Einblashöhe 8,0 m nicht überschreiten. Ansonsten entmischt sich die Anlieferung und sie tanken mehr Holzstaub als Festbrennstoffanteile. Egal welche Lagermöglichkeit gewählt wird ist es wichtig, dass die Lagerstätte trocken ist. Bei Innenlager ist die Be- und Entlüftungsmöglichkeiten der Räume zu berücksichtigen.

### **Kraft-Wärme-Kopplung**

Viele Objekte decken ihren Bedarf an Energie, indem Elektroenergie aus dem öffentlichen Netz bezogen und Wärme vor Ort in einem Kessel erzeugt wird. Während beim Einsatz moderner Technik (z. B. Brennwerttechnik) die Wärme in einem Kessel effizient erzeugt werden kann, sind die dezentrale Erzeugung von Strom in Kraftwerken und der Transport von Strom über die Netze mit vergleichsweise hohen Verlusten verbunden.

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) setzt an dieser Stelle an. Eine KWK-Anlage erzeugt in einem gekoppelten Prozess aus Erdgas zeitgleich Wärme und Strom am Ort des Verbrauches.

Damit werden z. B. Verluste durch die Übertragung von Strom vermieden und die hohen Gesamtwirkungsgrade solcher Anlagen nutzen die im Erdgas enthaltene Energie sehr effizient aus.



Eine KWK-Anlage setzt sich in der Regel aus folgenden Komponenten zusammen:

- einem BHKW bestehend aus:
- dem Antriebsaggregat, (Typische Antriebsaggregate für Erdgas betriebene BHKW sind Ottomotoren, Stirlingmotoren, Brennstoffzellen und Mikro-Gasturbinen). Die meisten BHKW werden mit Ottomotoren ausgerüstet, da es hier eine Vielzahl von Anbietern mit einer großen Bandbreite an Aggregaten unterschiedlicher elektrischer Leistung gibt.
- dem an das Antriebsaggregat angeflanschten Generator (bei einer Brennstoffzelle dem Wechselrichter) zur Stromerzeugung,
- den Wärmeüberträgern zur Auskopplung von Wärme aus dem Abgas sowie dem Ölkreislauf,
- der Brennstoffzufuhr, der Abgasanlage sowie der Steuer- und Regelungstechnik.
- einem Wärmespeicher, um Differenzen zwischen Erzeugung und Bedarf auszugleichen,

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**

- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de

- **www.bs-energieberatung .de**

- einem zusätzlichen Wärmeerzeuger (Spitzenlastkessel), der Bedarfsspitzen an Wärme abdecken kann Um lange Laufzeiten zu ermöglichen, werden BHKW nicht für die maximale Heizlast, die „Spitzenlast“, ausgelegt, sondern nur für den dauerhaft, also auch in der Übergangszeit und im Sommer benötigten Teil. An den kälteren Tagen liefert ein Zusatzkessel die restliche Wärme. Die klassische Verteilung lautet: 70% KWK-Anlage und 30%
- der Anbindung an das Netz des örtlichen Netzbetreibers zur Einspeisung von überschüssigem Strom sowie Bezug von Strom, wenn die elektrische Leistung der KWK-Anlage den Bedarf nicht decken kann.

17

Die Wärmeverteilung bei einer KWK-Heizung erfolgt genauso, wie bei einer gewöhnlichen Heizung, es ist also keine Umrüstung auf spezielle Raumwärmeverteiler nötig.

Ein BHKW ist im Normalfall dann wirtschaftlich, wenn es mehr als zwei Drittel des Jahres betrieben wird: 5.500 von 8.760 Jahresstunden. Neben zinsgünstigen Krediten und Investitionszuschüssen profitieren die Betreiber beim Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen davon, sich den erzeugten Strom bezahlen zu lassen. Die Grundlage dafür ist die Förderung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz.

Gefördert wird der KWK-Strom, wie der von erneuerbare Energien-Strom, durch feste Vergütungssätze pro Kilowattstunde.

Der Förderzeitraum ist mit dem KWK-Gesetz 2016 auf 60.000 Vollbenutzungsstunden beschränkt worden.

Die Höhe der Vergütung setzt sich aus den folgenden drei Faktoren zusammen:

### 1) Aus dem „üblichen“ Strompreis

Was der eingespeiste Strom wert ist, wird mit dem Netzbetreiber ausgehandelt. Ist kein Preis vereinbart, gilt der so genannte „übliche Preis“ für Baseload-Strom an der Leipziger Strombörse (European Energy Exchange EEX).

<https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/spotmarkt/kwk-index>

### 2) Aus dem im KWK-Gesetz geregelten Zuschlag (Stand 2016).

Für jede erzeugte Kilowattstunde wird außerdem ein Zuschlag gezahlt – unabhängig, ob der Strom selbst genutzt oder ins Stromnetz eingespeist wird. Voraussetzung ist eine Zulassung der KWK-Anlage durch das BAFA. Die Höhe des Zuschlags ist abhängig von der elektrischen Leistung des BHKW.

### 3) Aus der Vergütung der vermiedenen Netzkosten

Das BHKW stellt den Strom direkt vor Ort bereit. Der Strom muss nicht über lange Strecken zum Verbraucher transportiert werden. Der Betreiber eines BHKW bekommt die vermiedenen Netzkosten gutgeschrieben. Allerdings gibt es noch keine festgesetzte Vergütung für kleine BHKWs. In der Praxis korrespondiert die Vergütung mit den „vorgelagerten Netzkosten“ des Betreibers und liegt zwischen 0,1 und 2,0 Cent pro kWh.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: [kontakt@bs-energieberatung.de](mailto:kontakt@bs-energieberatung.de)  
- [www.bs-energieberatung.de](http://www.bs-energieberatung.de)

18

Zu beachten:

Das BHKW wird bei der BAFA, dem Netzbetreiber und der Zollbehörde angemeldet und muss vom Schornsteinfeger abgenommen werden. Um der „Entsolidarisierung“ entgegenzuwirken, muss seit 2017 für den eigenerzeugten Strom ein Anteil von 40% der EEG-Umlage abgeführt werden.

Es sollte über das gesamte Jahr, also auch im Sommer, ein konstanter Wärmebedarf (Heiz- und/oder Warmwasserbedarf) bestehen.

### Nutzung von Abwärme

Als Abwärme bezeichnet man die Wärme, welche von einer technischen Anlage oder von einem Produktionsprozess erzeugt wird.

Sie wird nach dem vorhandenen Temperaturniveau unterschieden:

Niedertemperatur-Abwärme: < 150 °C

Mitteltemperatur-Abwärme: 150 °C-500 °C

Hochtemperatur-Abwärme: > 500 °C

Das größte ungenutzte Abwärmepotential lässt sich im industriellen Bereich finden. Bei energieintensiven Produktionsprozessen entsteht Abwärme, welche einen Teil der erzeugten Nutzenergie ungenutzt an die Umgebung abgibt.

Im Folgenden werden einige Industriebranchen mit den dort vorzufindenden Niveaus der Abwärmemetemperatur aufgeführt:

Hochtemperatur	Mitteltemperatur	Niedertemperatur
	Verlags- und Druckgewerbe	
Roheisenindustrie	Papierindustrie	
Metallindustrie	Zementindustrie	
Glasindustrie	Kunststoffindustrie	In praktisch allen Industriezweigen
Keramikindustrie	Textilindustrie	
Steinindustrie	Tabakindustrie	
	Ernährungsindustrie	

In den meisten Fällen lohnt sich die technische Erschließung der Abwärmepotenziale nur auf Mitteltemperatur- bzw. Hochtemperaturniveau.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

19

### Wärmerückgewinnung

Im Niedrigtemperaturbereich kann die Abwärme für Wärmepumpen und Kälteanlagen genutzt werden. Hierbei handelt es sich um den effizientesten und zugleich einfachsten technologischen Ansatz zur Abwärmenutzung. Die Abwärme wird hierbei über einen Wärmeübertrager an die jeweils nachfolgende Anlagentechnik übertragen.

Somit kann Heizwärme mittels einer Wärmepumpe erzeugt werden. Die nutzbare Niedertemperaturwärme kann aber auch in einer Sorptionskälteanlage zur Erzeugung von Kaltwasser genutzt werden.

### Verstromung von Abwärme

Bei der Verstromung von Abwärme wird meist mit Hilfe einer Turbine Dampf erzeugt. Dieser Dampf wird über einer Dampfturbine verstromt. Der erzeugte Strom kann innerhalb des Betriebes genutzt werden oder in das öffentliche Netz eingespeist werden.

Da die Verstromung mittels einer Dampfturbine sehr investitionsintensiv ist, wird diese Technik meist nur bei Abwärmemetemperaturen über 300 °C eingesetzt.

Die Verstromung mittels eines Organic Rankine Cycle basiert zum größten Teil auf der Funktionsweise einer Dampfturbine. Der Unterschied liegt im Arbeitsmittel.

An Stelle von Wasser wird ein organisches Medium verwendet, welches andere thermodynamische Eigenschaften als Wasser besitzt. Es kann bei niedrigeren Temperaturen oder niedrigerem Druck verdampft werden. Somit lassen sich mit dieser Technik Abwärmepotenziale ab 90 °C nutzen.

#### **Zu Beachten:**

Das vorhandene Abwärmepotenzial muss im Verhältnis zum Bedarf an Heizwärme, Kühlung oder Stromverbrauch stehen.

Für eine optimale Abwärmenutzung muss die Wärmebereitstellung mit dem notwendigen Bedarf übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall muss mit einem Pufferspeicher gearbeitet werden. Bei der Verstromung ist eine Speicherung zurzeit noch nicht ökonomisch sinnvoll. Deshalb muss bei einem zu geringen Eigenverbrauch der Stromüberschuss in das öffentliche Netz eingespeist werden.

Die Abwärmequelle sollte, um die Investitionskosten möglichst niedrig zu halten, in der Nähe des Verbrauchers liegen. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn mehrere Abwärmequellen gebündelt dem nächsten Wärmetauscher zugeführt werden können.

#### **Solarthermie**

Die Nutzung der Sonnenkraft kann mit zwei unterschiedlichen Techniken geschehen. Zum einen Erzeugung von Wärme, die sogenannte Solarthermie und zum anderen Erzeugung von Strom, die sogenannte Photovoltaik.

Eine Solarthermieanlage besteht entweder aus Flachkollektoren oder aus Vakuumröhrenkollektoren. Erstere bestehen aus einem Rohrsystem, welches mit beschichteten Bleche verbunden ist. Letztere aus vakuumisierten Röhren, die optisch an den dicht aneinandergereihten „Stangen“ zu erkennen sind.

20

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

In den Systemen zirkuliert in der Regel ein Wasser-Glykol-Gemisch. Hierbei handelt es sich um eine ölige, beinahe geruchlose, hygroskopische, viskose und beinahe farblose Flüssigkeit die verhindern soll, dass die Flüssigkeit bei Temperaturen unter null einfriert. Das heiße Wasser-Glykol-Gemisch gibt seine Wärme über einen Wärmetauscher in den Pufferspeicher ab. Hierbei gibt es die Möglichkeit eines reinen Warmwasserspeichers ausschließlich für die Trinkwassererwärmung oder eines Kombispeichers der zusätzlich in den Heizungskreislauf eingebunden ist..

Mit dieser Technik können, je nach Verbrauch, bis zu 70% des jährlichen Warmwasserverbrauchs und bis zu 20% des jährlichen Heizenergiebedarfes gedeckt werden.

#### **Brennstoffzellen-Heizung**

Brennstoffzellen erzeugen gleichzeitig Wärme und Strom. Die nutzbare Energie wird durch Umwandlung von Erdgas zu Kohlendioxid und Wasserstoff freigesetzt. Bei der anschließenden Reaktion von

Wasserstoff mit Luftsauerstoff entstehen Wärmeenergie und Gleichstrom. Die gewonnene Wärme kann zur Beheizung von Gebäuden verwendet werden.

So können die Heiz- und Stromkosten wie auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 50 Prozent reduziert werden. Ein integrierter Erdgas-Brennwertkessel deckt Wärmespitzenlasten ab. Das Brennstoffzellenmodul und das Gas-Brennwertmodul werden über eine gemeinsame Gasleitung versorgt. Beide Module haben ein gemeinsames Abgassystem.

Entwicklungsstand

Während Brennstoffzellenheizungen in Asien bereits zehntausendfach eingesetzt werden, so steht ihre Markteinführung in Deutschland noch am Anfang. Dabei bieten sie das größte Potenzial für eine Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Allerdings werden zurzeit nur KWK-Systeme bis maximal 20 kW Nennwärmeleistung angeboten. Da die vorhandenen Anlagentechniken nicht die Leistungsanforderungen für größere gewerblich genutzte Immobilien erfüllen können, wird diese Technik nicht weiter beschrieben.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

### Direktbefeuerte Wärmeerzeuger / Wärmeverteiler- Strahlungsheizung

21

Die Strahlungsheizung sorgt für eine sehr gleichmäßige Wärmeverteilung, die als besonders angenehm empfunden wird.

Die bekanntesten direkt befeuerten Strahlungsheizungen sind:

#### Hellstrahler

Diese verfügen über eine sehr kleine, glühende Oberfläche. Ihre Temperatur erreicht 900 bis 950 Grad Celsius. Somit wird kurzwellige Wärmestrahlung abgegeben und zwar in hoher Intensität.

Größter Vorteil hierbei: Die Hellstrahler reagieren sehr schnell und können die volle Wärmeleistung schon wenige Momente nach dem Einschalten an die Halle abgeben. Hellstrahler werden meist mit Erdgas befeuert. Hellstrahler benötigen keine eigene Abgasabführung. Die Strahler werden meist an den Hallenwänden in einer Höhe von 3-4,0 m montiert und heizen die direkt vor ihnen liegende Hallenbereiche. Eine entsprechend hohe Anzahl von Einzelstrahlern ist daher notwendig.

#### Dunkelstrahler

Dunkelstrahler hängen waagrecht unterhalb der Hallendecke. Sie werden in den meisten Fällen mit Erdgas versorgt und benötigen eine eigene Abgasabführung. Wegen der hohen Abgabetemperatur sollten sie erst ab Hallenhöhen von 3,0 m eingesetzt werden. Bei sehr hohen Strahlungsleistungen sollten die Raumhöhen in der Halle besser 8,0 m betragen. Sie beheizen durch ihre Montagehöhen und Wärmereflektoren größere Flächen als die Hellstrahler. Die Strahlungswärme an den Heizrohren liegen meistens zwischen 300-450°C, können jedoch auch 700 °C erreichen.

Dunkelstrahler kommen in verschiedenen Bauarten vor. Grundlegend ist hierbei zwischen

a) Strahlungsbändern und b) Einzelstrahlern zu unterscheiden.

a) Strahlungsbänder

Strahlungsbänder sind Rohre, deren Durchmesser zwischen 150 und 400 Millimeter liegen. Sie werden U-förmig angeordnet. Die Karosse muss vollständig isoliert werden, damit Wärmeverluste weitestgehend vermieden werden können.

Die Vorteile von Strahlungsbändern bestehen darin, dass dieses eine sehr gleichmäßige Wärmeverteilung in der gesamten Halle erlaubt. Dafür muss die Anordnung der Bänder sorgfältig geplant werden. Die Anzahl der Abgasführung reduziert sich auf ein Stück pro Strahlungsbänder. Eine Wärmerückgewinnung ist möglich.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

b) Einzelstrahler

Bei den linear angeordneten Strahlern kann es zu einem deutlichen Temperaturabfall über die Strahlerlänge kommen. Oberhalb der Rohre gibt es einen Reflektor. Dieser sorgt dafür, dass die Wärme zurück an den Aufenthaltsbereich gestrahlt wird. Die Einzelstrahler haben höhere Konvektionsverluste und auch eine Wärmedämmung kann diese nur bedingt beeinflussen.

Bei Dunkelstrahlern ist darauf zu achten, dass ein entsprechend großer Abstand zwischen Strahlerunterkante und oberste Regallagerware besteht. Ansonsten kann es zu Schäden an der Lagerware kommen.

Eine Alternative zu den direkt befeuerten Strahlern ist der

#### Direkt befeuerte Warmlufterzeuger

Bei dieser Technik wird die erzeugte Wärme mit Hilfe eines Ventilators verteilt. Entweder direkt am Gerät oder über ein Luftverteilsystem. Die Ausblastemperatur ist geringer als bei den Strahlungsheizungen.

Durch ein entsprechendes Luftverteilersystem kann ein einzelnes Geräte eine komplette Halle beheizen.

Brennwert-Warmlufterzeuger, die mit modulierenden Brennern ausgestattet sind, bieten weitere Vorteile. So wird hier auch die Kondensationswärme des Brennerabgases genutzt. Zusätzlich kann gefilterte und temperierte Frischluft in die Halle eingebracht werden.

Die Geräte können je nach Größe als Stand-, Decken- oder Wandgeräte montiert werden. Ebenso können Wärmerückführsysteme ergänzt werden.

### 3.2 Wie kann man Wärme verteilen?

Für jede Art der Wärmeerzeugung, die keine Direktbefeuerung besitzt, besteht ein sogenannter Heizkreislauf. Dieser besteht aus einem Wärmeerzeuger, welcher Wasser oder Luft erhitzt, Verteilerleitungen und Wärmeabgabeflächen. Das Wort Kreislauf kennen wir aus dem menschlichen Organismus.

Es dürfte jedem Mensch klar sein, das ein gut funktionierender Kreislauf seine Leistungsfähigkeit und somit seine Effizienz auf einem hohen Niveau gewährleistet.

Ein Heizkreislauf funktioniert dann effizient, wenn der richtig dimensionierte Wärmeerzeuger mit der richtigen Vorlaufstemperatur und der exakten Warmwassermenge die richtig dimensionierte Wärmeabgabefläche mit der optimalen Fließgeschwindigkeit durchströmt.

Hierzu sind entsprechende Planungen und Berechnungen, wie eine Heizlastberechnung und die Berechnung der hydraulischen Einregulierung durch den Fachmann zu erstellen.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Was sollte man über die unterschiedlichen Arten von Wärmeabgabeflächen wissen?

23

#### Heizkörper –Abstrahlungswärme und Konvektion

Heizkörper strahlen bis zu 50% der zu verteilenden Wärme über die Heizbleche direkt ab. Der Rest verteilt sich über Konvektion im Raum. Hierbei strömt die kältere Raumluft am Boden von unten nach oben durch die Heizbleche und entweicht nach oben in den Raum. Es entsteht eine Wärme- oder Konvektionswalze.

Heizkörper werden meist so dimensioniert, dass sie eine Vorlauftemperatur von 55-70 °C benötigen. Dies ist abhängig vom Heizwärmeerzeuger.

Der Einsatz von regenerativen Energien ist möglich.

#### Flächenheizungen

Fuß- Wand- oder Deckenheizungen haben als Trägermedium Wasser. Allerdings sind die Übergabeflächen größer, da die Temperatur des Heizwassers (Vorlauftemperatur) rund 30 Kelvin geringer ist, als bei Heizkörpern.

Im Neubaubereich ist auch eine Heizung über Bauteile als Temperierung von z.B. Decken oder Böden möglich. Das System entspricht einer Flächenheizung, nur mit noch niedrigere Vorlauftemperatur. Diese liegt nur wenige Kelvin über der gewünschten Raumtemperatur.

Die Heizwärme erwärmt zunächst die Masse des Bauteils und verteilt sich dann als Strahlungswärme in den Raum.

Der Einsatz von regenerativen Energien ist gut möglich.

### Deckenstrahlplatten

Hierbei handelt es sich um eine Kombination zwischen Heizkörper und Flächenheizung. Große Metallheizkörper hängen an der Decke und strahlen die Wärme nach unten ab. Es hängt also eine „Heizsonne“ unter der Decke. Diese Technik nutzt den Vorteil, dass das menschliche Empfinden auf Strahlungswärme stärker reagiert. So empfindet er z.B. eine Wärme von 19°C auf seiner Haut, obwohl die Strahlungswärme nur bei 17-18 °C liegt.

Das System entspricht den Bauteiltemperierungen im Neubau und ist für den Bestand geeignet.

Zu beachten ist jedoch, dass Schreibtische die Strahlungswärme zurückhalten und viele Nutzer über kalte Füße klagen.

Der Einsatz von regenerativen Energien ist möglich.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

### Indirekte Luftherhitzer

Warmes Heizwasser durchströmt den Luftherhitzer, während ein Ventilator diese Wärme in den Raum bläst. Bei dieser Art der Wärmeverteilung werden meist Vorlauftemperaturen zwischen 60-90 °C benötigt. Solche Geräte können an Decken oder Wänden montiert werden.

24

Der Einsatz von Wärmepumpen ist in der Regel nicht möglich.

Eine Besonderheit sind sogenannte Niedertemperaturkonvektoren, die mit Vorlauftemperaturen von unter 40°C auskommen. Diese sind speziell für die Wärmepumpennutzung konzipiert.

### Zusammenfassung:

Grundsätzlich ist zu beachten, dass unterschiedliche Systeme in einem Gebäude nur mit getrennten Heizkreisläufen betrieben werden können. Unterschiedliche Vorlauftemperaturen sind Voraussetzung.

Heizungen sind Gesamtsysteme aus Heizwärmeerzeuger, Heizwärmeverteilung und Wärmeübergabegeräte oder-flächen. Eine optimale Nutzung und Effizienz ist nur durch eine sorgfältige Planung erreichbar.

Vorsicht bei dem Versprechen der Raumklimatisierung mit Wärmepumpen. Oft wird beim Einsatz von Wärmepumpen die Möglichkeit versprochen, die Räume auch kühlen zu können. Hier handelt es sich um minimale Temperatursenkungen. Die Oberflächen der Heizverteiler sollten maximal 2-3°C kälter sein als die Raumtemperatur, da sich sonst Kondensat bilden kann. Wer möchte schon einen nassen Boden oder gar Schimmel an der Wand.



### 3.3 Hier ist es aber sehr warm!

Ebenso wichtig wie die Raumwärmeerzeugung ist die Absenkung von Raumtemperaturen.

Bei dem Begriff Raumkühlung geht man davon aus, dass die Raumtemperatur um eine gewünschte Temperaturdifferenz gegenüber der Außentemperatur abgesenkt wird.

Hierbei sollte im Sommer die Raumtemperatur 26°C nicht übersteigen.

Der wirtschaftliche Aufwand einen Raum zu kühlen liegt rund 10 mal höher als beim Aufheizen. Daher ist es nachdenkenswert wie die Aufheizung eines Raumes baulich vermieden werden kann.

Im Neubau ist dies zwingende baurechtliche Vorschrift.

So macht es zum Beispiel wenig Sinn Besprechungsräume an der südlichen oder westlichen Gebäudeseite anzuordnen.

Ebenso kann das Pflanzen von Bäumen oder Fassaden- und Dachbegrünungen als sommerlicher Wärmeschutz dienen.

Außenliegende Verschattungseinrichtungen oder der Einbau von Sonnenschutzgläsern reduzieren ebenso die Raumerwärmung.

All diese Maßnahmen können wesentlich zum Temperaturunterschied zwischen innen und außen beitragen. Umso weniger die Raumtemperatur abgesenkt werden muss, umso geringer sind die Kosten für die Absenkung.

25

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Es gibt letztendlich drei Möglichkeiten die Raumtemperatur abzusenken:

- a) Direkte Klimatisierung durch ein raumbezogenes Klimagerät
- b) Indirekte Klimatisierung durch passive Kühlung
- c) Umwandlung von Wärme in Kälte

a) Direkte Klimatisierung

Hier kommt das klassische Raumklimagerät für Einzelräume oder als Zentrales Gerät mit Verteilerrohrsystem und Einzelraumauslässen zum Einsatz. Die Primärenergie ist hierbei ausschließlich Strom. Solche Systeme können die Raumtemperatur bis zu 6°C absenken.

Klimageräte mit reversible Wärmepumpen bieten neben Wärmeerzeugung auch die Möglichkeit der Kühlung. So lassen sich zum Beispiel Räume, die einer starken Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind deutlich abkühlen. Eingesetzt werden für die aktive Kühlung meistens Gebläsekonvektoren, da sich darüber die stärkste Abkühlung erreichen lässt. Mit der aktiven Kühlung lässt sich eine stärkere Abkühlung erreichen, als mit der passiven Kühlung. Der Nachteil bei dieser Variante sind jedoch höhere Stromkosten.

Der Energieträger ist ausschließlich Strom. Das Verhältnis des eingesetzten Stroms zur erzeugten Kälteleistung ist bei den Wärmepumpensystemen geringer als bei den direkten Kühlsystemen.

#### b) passive Kühlung:

In Verbindung mit einer Wärmepumpe kann Kaltwasser, aus dem bestehenden Leitungsnetz, durch die Wärmeabgabefläche des Heizverteilersystems befördert werden. Hierbei sind Flächenverteilersysteme wie Fußboden-, Wand- oder Deckenheizflächen gegenüber Heizkörpern, durch die Größe ihrer Oberfläche, im Vorteil. Allerdings können solche Systeme die Raumtemperatur nur bis zu 3°C absenken. Bei Heizkörpern liegt die Grenze bei rund 2°C.

Ebenso ist darauf zu achten, dass sich an den Metalloberflächen der Abgabenflächen kein Kondensat bildet, welches unkontrolliert in den Raum abtropft.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

26

#### c) Umwandlung von Wärme in Kälte

Für die Umwandlung von Wärme in Kälte gibt es mehrere Methoden. Alle beruhen auf dem Prinzip des Sorptionsverfahrens. Hierbei wird ein wasseranziehendes Medium abwechselnd be- und entfeuchtet.

Die Experten unterscheiden zwischen geschlossenen und offenen Verfahren. Geschlossene Verfahren stellen mit Ab- oder Adsorptionskälteanlagen Kaltwasser bereit, das etwa in Kühldecken genutzt wird.

Offene Sorptionsverfahren konditionieren die Luft, indem sie nicht nur die Temperatur senken, sondern auch für eine angenehme Raumluftfeuchte sorgen.

##### c.1 Geschlossenes Verfahren:

Absorptionsanlagen verwenden dazu ein flüssiges Medium wie Lithium-Bromid-Lösung oder Wasser-Ammoniak-Gemisch. Adsorptionsanlagen arbeiten mit Feststoffen wie Silicagel oder Zeolithen.

Als Antrieb kommt jede Wärmequelle infrage, die hinreichend hohe Temperaturen bietet – etwa die Abwärme von Blockheizkraftwerken, die sonst im Sommer ungenutzt verpuffen würden.

## c.2 Offenes Verfahren:

Offene Systeme arbeiten mit einer Kombination von sorptiver Luftentfeuchtung und Verdunstungskühlung. Das Kältemittel Wasser ist bei Umgebungsdruck in direktem Kontakt mit der Atmosphäre. Das Verfahren wird in Lüftungsanlagen eingesetzt die primär die Aufgabe haben den Raum mit Frischluft zu versorgen. Das offene Verfahren hat zusätzlich den Vorteil, dass die Frischluft auch thermisch und feuchtetechnisch konditioniert werden kann. Bei Anlagentechnik und solarem Kollektorsystem müssen Größe, Eignung und Steuerung der Komponenten aufeinander abgestimmt sein. Ein Vorteil von solarthermischen Systemen ist, dass sie flexibel mit anderen Wärmequellen wie etwa industrieller Abwärme oder Kraft-Wärme-Kopplung kombiniert werden können. Durch diesen zusätzlichen Nutzen lassen sich die beiden System schwer vergleichen.

Tipp: Bei allen stromintensiven Systemen kann die Kombination mit einer Photovoltaikanlage durchaus sinnvoll sein.

### 3.4 Es werde Licht!

Der Anteil an den Energiekosten, den ein Unternehmen für die Beleuchtung ausgibt, ist sehr unterschiedlich bewertbar. So benötigen die meisten Unternehmen die gleiche Menge Licht pro Quadratmeter, wenn aber ein Unternehmen viel Strom für elektrische Maschinen benötigen, fallen die Stromkosten für die Beleuchtung weniger ins Gesamtgewicht. Beleuchtungsanlagen tragen jedoch im Durchschnitt mit einem Anteil von 10 bis 20 % zu den Energiekosten in Gewerbebetrieben bei.

Dennoch macht sich eine effizientere Beleuchtung in jedem Gewerbe sofort finanziell bemerkbar.

Am deutlichsten zeigt sich das Thema Beleuchtungsmittel in Produktionshallen. Hier stellt neben einer effektiven und energiesparenden Beleuchtung auch die Lebensdauer der Leuchtmittel eine entscheidende Kostenkomponente dar.

27

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Ein Leuchtmitteltausch ist bedingt durch die Höhe von Produktionshallen und Behinderungen durch stationären Maschinen oder Förderstraßen oft ein teures Unterfangen. Hierbei sind nicht die Leuchtmittel sondern die benötigten Hebebühnen und die zugehörigen Personalkosten der größte Kostenfaktor. So können die Austauschkosten schnell um das 10 fache höher sein, wie die der neuen Leuchtmittel.

Bei der Beleuchtung großer Hallen finden häufig Quecksilberdampf-Hochdrucklampen Verwendung. Ersetzt man diese durch modernere Halogen-Metallampflampen erhöht sich hierdurch die Lichtausbeute um rund 50%. Somit benötigt man zukünftig nur noch rund die Hälfte der Leuchtmittel.

Der weitaus größte Teil der Beleuchtungsanlagen im gewerblichen Bereich ist jedoch mit Leuchtstoffröhren -Leuchtmittel bestückt. Sie werden in niedrigen Hallen bis ca. 6 Meter Raumhöhe, in Büros, Schulungsräumen und Korridoren eingesetzt und zeichnen sich durch eine akzeptable Effizienz und Lebensdauer aus. Weit verbreitet sind sogenannte T12-Leuchtstoffröhren.

Schon durch den Austausch zu T8-Leuchtstoffröhren in Standardausführung lassen sich bereits 10% Energie einsparen. Die Bezeichnung T bedeutet übrigens tube = Röhre und die Zahl 8 den Durchmesser mit 8/8 Zoll=1 Zoll. Für die anderen Größen die Durchmesserbezeichnung analog.

Tauscht man hingegen diese durch T8-Leuchtstoffröhren mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) führt dies zu einer Energieersparnis in der Größenordnung von 30 bis 35%. Die Lebensdauer der Leuchtmittel wird quasi auf bis zu 20.000 Stunden verdoppelt. Moderne T5-Leuchtstoffröhren können bis zu 24.000 Stunden Lebensdauer erreichen.

Das weitere Augenmerk sollte auf die Leuchten gerichtet sein. Eine frei aufgehängte Lampe bewirkt, dass nur ein Teil des Lichtes auf die zu erhellenden Flächen trifft. Der Einsatz nachrüstbarer, aufsteckbarer Reflektoren kann hier zu einer erheblichen Verbesserung führen. Das Licht wird gezielt in die Aufenthaltsbereiche gelenkt und ermöglicht insbesondere bei doppelblumigen Leuchten eine Halbierung der Lampenzahl.

Häufig ist das Licht in Bereichen eingeschaltet, in denen sich niemand mehr aufhält. Mittels Zeitschaltuhren lassen sich Bereiche in den Betriebsruhezzeiten gezielt abschalten. In wenig frequentierten Räumen kann der Einsatz von Bewegungsmeldern das Licht bei Bedarf zu- oder abschalten. Diese Melder können entweder auf optische Impulse oder auf Infraschall reagieren.

Das kostenlos zur Verfügung stehende Sonnenlicht lässt sich durch die Verwendung einer tageslichtabhängigen Beleuchtungsteuerung gewinnbringend in die Beleuchtungsanlage einbinden. Durch stufenloses Dimmen der Lampen lassen sich die besten Erfolge sowohl bei der Energieeinsparung, als auch bei der Akzeptanz erzielen.

**- Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
 - Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
 - [www.bs-energieberatung .de](http://www.bs-energieberatung.de)

Neben diesen technischen Maßnahmen sollte jedoch auch beachtet werden, dass helle Umgebungsflächen zu einer Verbesserung des Beleuchtungswirkungsgrades führen.

Weißer Wände und Decken können bis zu 50% der Stromkosten für die Beleuchtung einsparen.

Was lohnt sich also wie bei einem energieeffizienten Umbau der Beleuchtung?

Maßnahme	Lohnt sich	Ersparnis	Bemerkung
Bewegungsmelder in wenig frequentierten Räumen	Immer	20-80%	Ersparnis je nach Raumnutzung
Lichtlenkung verbessern: Reflektoren nachrüsten	Bei hohen Räumen	30-50%	Je nach Raumnutzung
Zeitschaltuhren	Gelegentlich	20-80%	Je nach Raumnutzung
Wände und Decke weiß streichen	Bei Renovierung	Bis zu 50%	Je nach Ist-Zustand
Lampenhöhe reduzieren	Bei hohen Räumen	20% und mehr	Je nach Raumhöhe

Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) anbringen	Immer	20-25%	Leuchtstofflampe hält länger, lässt sich nun dimmen
Tageslichtsensoren mit Dimmer anbringen	Immer	10-30%	Je nach Raum- und Fenstergröße
Leuchten Erneuern: T5-Leuchtstoffröhren nutzen	Immer	20-23%	Evtl. Adapter nötig. Erhöhte Lebensdauer, kein Flackern
Glühlampen gegen LED-Lampen tauschen	meistens	60-80%	LED-Lampentest beachten
Glühlampen gegen Eco-Halogenlampen tauschen	Immer	30%	Ausweichmöglichkeit zu LED

So kann eine Ersparnis beim Stromverbrauch bis zu 80 % erreicht werden. Entscheidend ist jedoch die Lebensdauer der neuen Leuchtmittel. Diese kann bis zu 10 mal höher sein (LED-Technik) als die der alten Leuchtstoffröhren.

### 3.5 Druckluftherzeugung- ein oft unterschätzter Energievernichter

Druckluft-Anlagen finden in Punkto Energieeffizienz oftmals wenig Beachtung, obwohl sie mit der teuersten Energie nämlich Strom betrieben werden.

Sie verlieren auf verschiedene Arten Energie.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
 - Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
 - **www.bs-energieberatung .de**

#### Im Rohrleitungsnetz:

Undichte Stellen, wie etwa Löcher oder Risse in den Verteilerleitungen, undichte Rohrleitungskuppungen, Ventile oder Anschlussmuffen der Endgeräte. Zu hoher Betriebsdruck, welcher bei zu groß dimensionierten Leitungen besteht, bringt keine zusätzliche Leistung sondern kostet nur Energie. Daher ist es notwendig den Leitungsquerschnitt der Verteilung auf den tatsächlichen Druckluftbedarf abzustimmen. All diese Ursachen veranlassen den Kompressor dazu ständig anzuspringen, um den Systemdruck im Verteilernetz zu halten.

#### An den Kompressoren und den Endverbrauchergeräten selbst:

Ineffektive Druckluftgeräte sowie deren Verunreinigungen, bzw. eventuelle Anschlussfehler sorgen für eine ständige Absenkung der Betriebsdrücke im Verteilernetz. Ebenso kann eine mangelhafte Kompressoren-Regelung eine schlechte Energieeffizienz und somit zu hohen Energiekosten sorgen.

### Auslegung der Kompressoren:

Oft sind die vorhandenen Kompressoren für den durchschnittlichen Druckluftbedarf überdimensioniert. Dies hat zur Folge, dass schon bei einem geringen Druckabfall, eine zu große Maschine durch Einsatz von teurerem Strom startet. Die Lösung: denken Sie über eine Kaskadierung nach.

Doch was kann man einsparen?

Anteil und Energieeinsparungsmöglichkeiten bei Druckluft :

Gewerbe	Druckluft-Anteil vom Gesamtenergieverbrauch	Mögliche Energieeinsparung
Handwerk, Handel, Dienstleistungen	Bis zu 20%	30-50%
Industrie	Durchschnitt 20%	bis 50%

Doch was kann Druckluft schon kosten? Natürlich kostet die Luft selber nichts – allerdings ist die benötigte elektrische Energie umso teurer. Strom-Arbeitskraft ist viermal so teuer wie die von Gas oder Öl. Je öfter ein Kompressor anspringen muss, um gleichmäßigen Druck im Gesamtsystem zu halten, desto teurer wird die Druckluft.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

30

Worauf sollte man in Punkto Energieeffizienz bei Druckluftanlagen achten?

<b>Hierauf!</b>	Lohnt sich	Ersparnis	Bemerkung
Hochwertige Kompressorsteuerung	Immer	20-25%	Aufwand ja nach Leitungsnetzgröße
Luft-Lecks minimieren	Immer	30% und mehr	Unbedingt regelmäßige Prüfung
Zeitschaltuhren anbringen	Oft	20-80%	Je nach Betrieb
Minderwertige Technik austauschen	Häufig	15%	Je nach Ist-Zustand
Druckverluste reduzieren	Häufig	6-10% pro Bar	Besonders bei verzweigten Rohrnetzen
Optimieren, reduzieren	Häufig	Bis 15%	Weniger Kompressoren bedeuten weniger Wartung
Abwärme nutzen	Oft	Bis 94%	Je nach Gegebenheit

Die Absenkung des Betriebsdruckes um 1 bar in der Druckluftanlage entspricht rund 5% Senkung des Erzeugerstrombedarfs.

Tipp:

Die größte Energieersparnis wird dadurch erreicht, dass die ohnehin entstehende Wärme an den Kompressoren (rund 90% der eingesetzten Energie) für die Erzeugung von Heizwärme oder Warmwasser oder als Prozesswärme genutzt wird. Hierzu kann die Abwärme genutzt, aber auch das erhitzte Kompressor-Motoröl an einem Wärmetauscher vorbei geführt werden.

Somit können rund 50% des Energieerzeugungsaufwandes für Druckluft gesenkt werden.

### 3.6 Herrscht hier „dicke Luft“?

Lüftungsanlagen verbessern die Luftqualität. Durch einen kontinuierlichen Luftaustausch wird verbrauchte Luft aus dem Raum nach außen geführt und frische Luft zugeführt. Hierbei können alle Arten von Räumen ausgestattet werden.

Größeren Räume, Geschäftsstätten oder Hallen werden meist über eine zentrale RLT (Raumlufttechnische) Anlage versorgt, bei kleineren Raumabschnitten oder Einzelräume können dezentrale Lüftungsgeräte eingesetzt werden.

Gerade im Winter oder in Räumen, welche einer erhöhten Lärmimmission von außen ausgesetzt sind, macht es Sinn über eine kontrollierte Raumlüftung nachzudenken. So können die Fenster geschlossen bleiben und dennoch herrscht keine „dicke Luft“.

31

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

Grundsätzlich kann man die beiden Arten von Lüftungsanlagen nochmals in drei verschiedene Gruppen unterteilen. Zu diesen zählen zum einen die reinen Abluftanlagen und zum anderen die Zu- und Abluftanlagen, die wiederum mit oder ohne Wärmerückgewinnung ausgestattet sein können.

Anlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) können 70 bis 75 Prozent der Wärmeenergie aus der Abluft entnehmen und der Zuluft zuführen.

#### Abluftanlage

Abluftanlagen eignen sich besonders in Bereichen, in denen die Luft durch Feuchtigkeit, unangenehme Gerüche oder besonderen Luftverunreinigungen abgeführt werden sollen. Diese Bereiche werden über Kanäle oder Abluftschächten mit der Außenluft verbunden.

In der Anlage selbst befindet sich ein Ventilator, der einen Unterdruck erzeugt und somit die belastete Luft absaugt. In der Anlage sind mehrere Abluftklappen verbaut, die sich erst bei Betrieb der Anlage öffnen. Der Betrieb der Anlage kann manuell, über Raumbelichtung oder über Feuchtigkeits- und CO<sub>2</sub>-Sensoren gesteuert werden.

Die Steuerung über Sensoren stellt dabei die energieeffizienteste dar. Die Zuluft wird passiv durch einfache Lüftungsklappen oder Lüftungsschlitze in Türen zu den angrenzenden Räumen bereitgestellt. Solche Anlage werden meist dezentral montiert.

#### Zu- und Abluftanlagen

Die Zu- sowie die Abluftfunktionen werden hier entweder von einem zentralen oder dezentralen Gerät übernommen. Technisch gesehen setzen sich diese Lüftungsanlagen aus Ventilatoren und Klappen zusammen. Die Geräte können zum einen in Intervallen gefahren werden, sodass es immer eine Zu- und eine Abluftphase gibt. Zum anderen gibt es auch Geräte, bei denen beides gleichzeitig stattfindet. Bei der zweiten Variante muss darauf geachtet werden, dass bei der Installation die Luftströme nicht kurzgeschlossen werden. Der Lüftungseffekt würde sonst stark beeinträchtigt werden. In solche Anlagen können im Zuluftbereich unterschiedliche Filter für Schmutzpartikel oder Pollen eingebaut werden.

Die Steuerung über Sensoren stellt dabei die energieeffizienteste dar. Die Zuluft wird aktiv durch Zuluftklappen bereitgestellt. Auch hier besteht die Möglichkeit eines dezentralen oder zentralen Anlagentyps.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

32

#### Vorteil Wärmerückgewinnung (WRG):

Der Temperaturunterschied zwischen Frischluft und der bestehende Raumtemperatur ist minimal. Somit wird weniger Heizenergie benötigt um die Temperaturdifferenz auszugleichen.

Je nach Funktionsweise der Lüftungsanlage werden Rekuperatoren oder Regeneratoren für die Wärmerückgewinnung eingesetzt.

Strömen Zu- und Abluft gleichzeitig durch die Anlage, so wird ein Rekuperator, meist in Form eines Plattenwärmeüberträgers, eingesetzt. Dabei gibt die Abluft ihre Wärme an die kältere Zuluft ab und erwärmt diese.

Handelt es sich um eine Lüftungsanlage bei der der Ventilator im Wechselbetrieb für Zu- und Abluft betrieben wird, kommen sogenannte Regeneratoren zum Einsatz. Dabei wird eine thermische Speichermaße während der Abluftphase erwärmt, sodass diese in der Zuluftphase im Stande ist, die kalte Zuluft aufzuheizen.

#### **3.7 Photovoltaik- Strom von der Sonne**

Mit der Sonne Strom zu erzeugen ist ein reizvoller Gedanke.

Lohnt sich diese Technik für ein Unternehmen?

Generell gehört der Slogan „Geld verdienen mit der Sonne“ der Vergangenheit an. Die Förderung über die Einspeisevergütung befindet sich im Jahr 2017 hierfür nicht mehr in einem nennenswerten



Verhältnis zu den Investitionskosten. Allerdings haben sich diese Kosten, parallel zur Senkung der Einspeisevergütung, ebenfalls reduziert.

Möchte man diese Senkung der Investitionskosten heute sinnvoll nutzen, so lautet der neue Slogan:

„Energiekosten senken durch Eigenverbrauch“

Um dies zu erreichen ist zunächst zu prüfen:

1) Wieviel Strom verbraucht ihr Unternehmen zwischen 8-18 Uhr während den wöchentlichen Produktions- oder Arbeitszeiten?

Anhand des Stromverbrauches kann die Anlagengröße bemessen werden. Sollten sie daran denken außerhalb der Sonnenstunden den erzeugten Strom zu speichern so ist auch dessen Größe anhand des benötigten Strombedarfs zu bemessen.

2) Wieviel Fläche haben Sie zur Verfügung?

Die klassische Montage wird in Form einer Dachmontage durchgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass die Tragfähigkeit des Daches für das zusätzliche Gewicht ausreichend bemessen ist. Ebenso sollte die Restlebensdauer der Dachdeckung bemessen werden.

Alternativ können auch auf dem Grundstück Flächen für eine Bodenanlage bzw. für stationäre Nachführsysteme (einachsige Tracker) in Frage kommen. Hier unterscheidet man Systeme mit astronomischer Steuerung und Systemen mit Prismensteuerung (zweiachsige Tracker). Ebenso können Module auch an der Gebäudefassade montiert werden.

33

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

3) Wird an Wochenenden oder Zeiten an denen der Betrieb keinen oder nur wenig Strom benötigt, erzeugter Strom in das städtische Netz eingespeist, ist mit dem Netzbetreiber zu klären, welche technische Voraussetzungen hierfür von Seiten des Stromerzeugers zu erstellen sind.

4) Sollte ein Batteriespeichersystem geplant werden erscheint es oft sinnvoll die Anlage anhand eines Energie Management Systems zunächst ein Jahr durchlaufen zu lassen. Die Daten registrieren sowohl die Stromerzeugung wie auch den Eigenstromverbrauch. Ebenso die Bedarfsspitzen.

Nur so kann der Speicher in Art und Weise beurteilt werden. Hieraus ergeben sich die Zeitintervalle für die Anzahl der voraussichtlichen Speicherentladungen und deren Entladungstiefen. Erst jetzt kann entschieden werden ob eine Speicherung sinnvoll erscheint.

5) Mit welcher Stromerzeugung kann kalkuliert werden?

Bsp. Dachanlage auf einer Dachneigung mit 20° ohne Nachführsystem, unverschattet,

Mitteldeutschland im Jahresdurchschnitt mit monokristallinen Modulen/kWp Anlagenleistung:

Westausrichtung : geschätzt 800 -900 kWh /kWp

Südausrichtung: geschätzt 1000 kWh/kWp

Ostausrichtung: geschätzt 800 -850 kWh/kWp

Hiervon müssen noch die Anlagenverluste innerhalb des Anlagensystems (Wechselrichter, Kabelverluste etc.) abgezogen werden.

Bei Nachführsystemen kann der jährliche Ertrag bei einachsigen Trackern bis zu 30% und bei 2 achsigen Systemen bis zu 45 % erhöht werden.

Tipp: Bei Systemen ohne Nachführung kann eine Ost-West Ausrichtung über das Jahr gesehen für den Eigenverbrauch zielgenauer sein als eine reine Südausrichtung. So kann über den ganzen Tag hinweg eine kontinuierliche Stromerzeugung den Eigenbedarf Ihres Unternehmens während den Betriebszeiten konstanter decken.

Je nach Anlagenplanung und Energieabnahme kann die Eigenversorgungsrate bis zu 80% betragen.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

34

Zu beachten:

Bei Anlagen über 10 kWp wird für den Eigenbrauch nach § 61 EEG werden folgende Prozentsätze der reduzierten EEG-Umlage erhoben: 40% EEG-Umlage für den Strom, der ab dem Jahr 2017 eigenverbraucht wird. Dennoch kann sich ein solches System durchaus lohnen:

Aufgrund der gesunkenen Erstellungskosten (1200-1600 €/kWp und Solarstrahlungswerten in Mitteldeutschland von rund 1000 kWh/m<sup>2</sup> liegen die Stromerzeugungskosten zwischen 10-12 €Cent/kWh. Zählt man hierzu die erwähnte EEG Umlage so verbleibt immer noch eine Differenz von rund 6 €Cent zum Stromeinkauf.

Bei Eigenverbrauch muss zwischen dem Anlagenbetreiber und dem Stromverbraucher Personenidentität bestehen. Ist dies nicht der Fall handelt es sich um eine Direktlieferung. Hierbei ist die volle EEG Umlage abzuführen.

### 3.8 Investitionsgüter modernisieren oder ersetzen

Ihr Unternehmen denkt darüber nach alte Investitionsgüter zu modernisieren oder zu erneuern.

Auch hierbei sollte die Energieeffizienz in ihre Überlegungen einfließen.

Kommen hierbei hocheffizienter Querschnittstechnologien zum Einsatz, wie besonders effizienten Motoren, Pumpen oder Druckluftsysteme etc. und/oder auch die Technologien Wärmerückgewinnung oder Abwärmenutzung, so werden solche Investitionen gefördert.

Unternehmen erhalten nach der Bewilligung ihres Förderantrages einen nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss.

Das Programm richtet sich an Unternehmen aus der gewerblichen Wirtschaft, die sich mehrheitlich in Privatbesitz befinden.

Was wird gefördert?

Zum einen werden Ersatz- und Neuinvestitionen für Einzelmaßnahmen mit hocheffizienten Querschnittstechnologien gefördert. Zu diesen Einzelmaßnahmen zählen:

- Wärmeübertrager für die Wärmerückgewinnung in raumlufttechnischen Anlagen
- Wärmeübertrager für die Wärmerückgewinnung in Druckluftherzeugungsanlagen
- Wärmerückgewinnungs- bzw. Abwärmenutzung
- Dämmung industrieller Anlagen/ -teile

Zum anderen werden Ersatz- und Neuinvestitionen für die Optimierung bestehender Systeme bzw. Neuinstallation von Systemen unter Einbeziehen der oben aufgeführten Querschnittstechnologien gefördert.

Wie hoch muss die Investition mindestens sein?

Einzelmaßnahmen müssen ein Netto-Investitionsvolumen von 2.000 Euro aufweisen, systemische Lösungen ein Netto-Investitionsvolumen von 20.000 Euro.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**  
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de  
- **www.bs-energieberatung .de**

35

Wie hoch ist die maximale Förderung?

Bei Einzelmaßnahmen können bis zu

- 30 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bzw.
- 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben für sonstige und große Unternehmen gefördert werden. Die maximale Fördersumme je Vorhaben beträgt 30.000 Euro.

Bei Systemlösungen liegt die maximale Fördersumme bei 100.000 Euro. Sind in Maßnahmen Pumpensysteme enthalten, erhöht sich die maximale Fördersumme auf 150.000 Euro, sofern die Investitionskosten für die Pumpensysteme dabei mindestens 50.000 Euro betragen.

Tipp:

Sprechen Sie schon während der Angebotseinholung mit einem Energieberater.

## Kapitel 4

### Investitionen und Helden

#### 4.1 Return on Investment- „energieorientierte BWL“

Letztendlich ist die Entwicklung eines ganzheitlichen Energiekonzeptes zum richtigen Zeitpunkt das Ziel.

Für die energieorientierte, betriebswirtschaftliche Betrachtung reichen standardisierte Betrachtungsmethoden nicht aus.

Neben der Einsparung von energetischen Kosten sind die Restnutzungsdauer der bestehenden Systeme und deren eventuelle Ausfallkosten in laufenden Betrieb mit einzubeziehen.

Ebenso ist eine zukünftige Energiestrategie als Teil der allgemeinen Unternehmensausrichtung zu berücksichtigen. Hierzu zählen zum Beispiel die Bewertung Wettbewerbsvorteile durch Reduktion von energetischen Produktionskosten oder die Vorteile der Visualisierung von ethischen Werten gegenüber Dritten.

Zum Zeitgeist der Industrierevolution 4.0 ist es unablässig ebenfalls die energetischen Unternehmensstrukturen zu betrachten.

- **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**
- Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: kontakt@bs-energieberatung.de
- **www.bs-energieberatung .de**

36

Die größte Effizienzsteigerung wird dann erzielt, wenn möglichst viele einzelne Systemkomponenten aufeinander abgestimmt sind und sich ergänzen.

Hierzu folgendes Beispiel anhand eines Blockheizkraftwerkes:

Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung kann in einem abgestimmten Gesamtkonzeptes zur Eigenerzeugung von Wärme, Strom und Kälte genutzt werden. Ein Gasmotor erzeugt elektrischen Strom, die Motorabwärme wird mit Hilfe eines Wärmetauschers zur Erzeugung von Heizwärme genutzt. Im Sommer wird mit der Abwärme ein Absorber Kühlsystem angetrieben. Somit kann ein BHKW ganzjährig betrieben werden, da die anfallende Motorabwärme sowohl zum Heizen wie auch zum Kühlen abgenommen werden kann. Der über das Jahr erzeugte Strom kann direkt im Unternehmen genutzt werden. Somit können erhebliche Energiekosteneinsparungen erzielt werden. Der größte Anteil der benötigten Primärenergie wird durch Gas erzeugt. Wird hierbei noch Biogas oder Gas mit Biogaszumischung verwendet wird das komplette System noch umweltverträglicher.

Somit kann die überschlägige Rentabilitätsschwelle von 5000 Vollbetriebsstunden für ein BHKW mühelos erreicht werden.

## 5 Gründe die Sie zum Energiehelden machen!

### 1/5 Attraktivität

Sie wecken das Interesse an Ihrem Unternehmen, denn Sie zeigen Ihren Kunden, Zulieferern und Mitarbeitern, dass Sie sich verantwortlich für unsere und spätere Generationen zeigen.

### 2/5 Animieren

Kunden werden dazu animiert, bei vergleichbarer Produktqualität, bei Ihnen zu kaufen. Denn wer die Region schützt, wird beim Produkteinkauf bevorzugt. Nachhaltiges Denken schlägt sich auch in kurzen Lieferwegen nieder.

### 3/5 soziales Verhalten

Sie verbessern das Arbeitsumfeld. Somit bringen Sie Ihre Wertschätzung gegenüber Ihren Mitarbeiter zum Ausdruck. Diese werden es Ihnen durch ein erhöhtes Engagement danken – zukünftige Mitarbeiter werden dies zu schätzen wissen.

### 4/5 Qualitätssteigerung

Sie steigern Ihre Produktqualität, denn die Zufriedenheit und den Stolz Ihrer Mitarbeiter erhöhen deren Motivation und deren Qualitätsbewusstsein.

### 5/5 Kalkulierbare Kosten und gesteigerte Gebäudewerte

Ihre nachhaltige Investitionsbereitschaft sichert Ihnen auch in der Zukunft kalkulierbare Brennstoff- und Stromkosten. Ein gutes Raumklima reduziert den Krankenstand. Der Wert und die Attraktivität Ihrer Immobilie werden gesteigert.



Ausgezeichnet- bei der Umsetzung helfen wir Ihnen gerne!

***kontakt@bs-energieberatung.de***

#### 4.3 Jeder Held benötigt einen guten Berater

##### **Der Energieberater**

Wie Sie aus dem Kapitel 3 ersehen können „führen viele Wege nach Rom“.

Es empfiehlt sich also Fachleute zur Entscheidungsfindung hinzu zu ziehen. Doch wer ist der Richtige?

Der Heizungsbauer, der Elektriker oder ein Außendienstmitarbeiter eines Herstellers.

Empfehlenswert ist ein Fachmann für Energieeffizienz. Er besitzt die Fähigkeit das komplexe energetische Gesamtbild ihres Unternehmens zu erfassen, zu analysieren und ein geeignetes Gesamtkonzept für Ihr Unternehmen zu erstellen. Dies gilt für die Sanierung im Bestand, wie auch für die Planung eines Neubaus.

Energieberatungen werden hierbei auch oft noch gefördert. Ebenso die Umsetzungsbegleitung. und die Investition der durchgeführten Maßnahmen.

Was wie gefördert werden kann, weiß der Energieberater.

Also eine Kontaktaufnahme kann sich mit Energieeinsparungspotentialen bei Beleuchtung bis zu 80%, Wärmeversorgung bis zu 30%, Klimatisierung bis zu 30%, Druckluft bis zu 50% und bei Raumluftanlagen bis zu 25% lohnen.

Hierbei ist die Attraktivitätssteigerung Ihres Unternehmens nach Innen und Außen noch unberücksichtigt!

Also- **Einfach nur Termin vereinbaren!**

Qualifizierte Energieberater finden Sie unter:

<https://www.energie-effizienz-experten.de/die-energieeffizienz-experten-fuer-foerderprogramme-des-bundes/>

oder bei uns:

### **Boxheimer und Stupp Energieberatung GbR**

Telefon: 06204 980 234 0; E-Mail: [kontakt@bs-energieberatung.de](mailto:kontakt@bs-energieberatung.de)

**[www.bs-energieberatung .de](http://www.bs-energieberatung.de)**