

Nina Epping

Reducing energy costs with clever energy management

Mit einem cleveren Energiemanagement Energiekosten senken

Energy efficiency measures are not only good for the climate; they help to save energy costs and are a suitable instrument for successful ISO 50001 certification. With the certification of the energy management system, industrial operators can prove that their company is managing its energy in a sensible way. Gottfried Tonwerke has succeeded in doing so with the construction of an ORC system for the recovery of exhaust gas energy at the rotary kiln in its clay plant.

Energieeffizienzmaßnahmen sind nicht nur gut fürs Klima; sie helfen Energiekosten zu sparen und sind ein geeignetes Instrument für eine erfolgreiche ISO-50001-Zertifizierung. Mit der Zertifizierung des Energiemanagementsystems können Industriebetreiber nachweisen, dass ihr Unternehmen energetisch sinnvoll wirtschaftet. Den Gottfried Tonwerken ist das mit dem Bau einer ORC-Anlage zur Gewinnung von Abgasenergie am Drehrohren des Tonwerks gelungen.

1 Introduction

In order to remain competitive, companies have to operate successfully, save costs and invest at the same time. High energy costs resulting from energy-intensive production processes or from heating or lighting buildings are significant items on the company's balance sheet. Improving energy efficiency can offer great potential for savings.

In industry, energy often remains unused and is lost in the form of waste heat. This also affects energy-intensive sectors such as the brick and ceramics industry. Here, the high dust load of exhaust gases often gets in the way of using a solution to increase energy efficiency and to reduce CO₂ emissions.

The Bavarian clay company Gottfried Tonwerke shows how higher efficiency and lower energy costs can be achieved even in apparently unfavourable environments. Thanks to an effective waste heat concept, Gottfried Tonwerke has succeeded in increasing the energy efficiency of its plant.

2 Energy efficiency thanks to waste heat recovery

Gottfried Tonwerke in Grossheirath near Coburg specializes in the extraction and refinement of raw materials for the ceramic industry. For this purpose, the company extracts clays from its own pit, which is then fired in a rotary kiln at high temperatures of up to 1300° C to produce chamotte, a refractory starting material that is used to manufacture ceramic products such as tiles, sanitaryware and building materials. Gottfried supplies ceramic producers in Europe and beyond.

In order to reduce electricity costs and work in a climate-friendly manner, Christian Gottfried was determined to "use the 200 to 300° C-hot kiln exhaust gas from the rotary kiln even more efficiently and to recycle it for electricity production". Until now, however, an efficient waste heat solution has failed owing to the high dust load in the exhaust gas.

Prior to dedusting, the kiln exhaust gases could not be used energetically. Instead, the exhaust gas was cooled to below 120° C and then dedusted in a fabric filter. "This cooling was the pure destruction of energy", says Christian Gottfried.

1 Einleitung

Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen erfolgreich wirtschaften, Kosten sparen und zugleich investieren. Hohe Energiekosten, die aufgrund energieintensiver Produktionsprozesse oder auch bei der Gebäudebeheizung oder -beleuchtung entstehen, machen einen bedeutenden Posten in der Unternehmensbilanz aus. Eine Verbesserung der Energieeffizienz kann große Einsparpotenziale bieten.

So bleibt in der Industrie Energie häufig ungenutzt und geht als Abwärme verloren. Das betrifft auch energieintensive Branchen wie die Ziegel- und die Keramikindustrie. Hier steht die hohe Staubbelastung der Abgase dem Einsatz einer Lösung zur Steigerung von Energieeffizienz und der Verminderung von CO₂-Emissionen oft entgegen.

Wie eine bessere Wirtschaftlichkeit und geringere Energiekosten im Unternehmen auch bei scheinbar ungünstiger Umgebung gehen, zeigt das bayerische Tonwerk Gottfried. Dem Tonwerk ist es dank eines effektiven Abwärmekonzeptes gelungen, die Energieeffizienz seines Werkes zu steigern.

2 Energieeffizienz dank Abwärmenutzung

Die Gottfried Tonwerke aus Großheirath bei Coburg haben sich auf die Gewinnung und Veredelung von Rohstoffen für die keramische Industrie spezialisiert. Dazu baut das Unternehmen in einer eigenen Grube Tone ab, die anschließend im Drehrohren bei hohen Temperaturen von bis zu 1300° C zu Schamotte gebrannt werden, einem feuerfesten Ausgangsmaterial, das zur Herstellung von Keramikprodukten wie Fliesen, Sanitärware und Baustoffen eingesetzt wird. Die Firma Gottfried beliefert Keramikproduzenten nicht nur in Europa, sondern auch darüber hinaus.

Um Stromkosten zu senken und klimafreundlich zu arbeiten, war Christian Gottfried fest entschlossen, „das 200 bis 300° C heiße Ofenabgas aus dem Drehrohren noch effizienter zu nutzen und zur Stromproduktion zu verwerten“. Bisher scheiterte eine effiziente Abwärmelösung jedoch an der hohen Staubbelastung des Abgases.



Photos/Fotos: Orcan Energy

- »1 efficiency Pack and heat exchanger at the rotary kiln in the Gottfried clay plant
- »1 efficiency Pack und Wärmetauscher am Drehrohrföfen der Gottfried Tonwerke

3 Waste heat concept for "high-dust"

In order to utilize this potential, Gottfried turned to the company Orcan Energy. The company develops and builds solutions for power generation from waste heat and, with over 200 modules of its so-called efficiency Packs installed worldwide, is one of the leading suppliers in this field.

The efficiency Packs are based on ORC technology, a basic principle similar to that of a steam power process: a flow of heat is supplied via a heat exchanger and evaporates a working medium. The steam is pressurized and drives an expansion machine that generates electricity via a generator. The electricity produced is either consumed directly on site or fed into the power grid. A condenser then cools the medium, liquefies it and feeds it back into the evaporation process. By using a medium with a lower boiling temperature than water, the Organic Rankine Cycle process can already make use of waste heat sources with lower temperatures, such as those found in industrial processes and engines.

The efficiency Packs are modular and have a capacity of up to over 200 kW of electricity. Customers benefit from CO₂-free electricity at very low power generation costs of currently about 3 to 4 cents/kWh. In addition, they are very flexible and can react to fluctuating heat quantities within seconds. In addition, they also achieve a high degree of efficiency in the generation of electricity from heat, even at partial load.

In the specific application at Gottfried, electricity is generated by an innovative integration: In order to make optimum use of the heat in the exhaust gas by maximum cooling, a two-stage heat exchanger was installed. The heat is extracted in two suc-

Vor der Entstaubung konnten die Ofenabgase energetisch nicht genutzt werden. Das Abgas wurde stattdessen auf unter 120 Grad abgekühlt und anschließend in einem Gewebefilter entstaubt. „Diese Kühlung war die reinste Energievernichtung“, so Christian Gottfried.

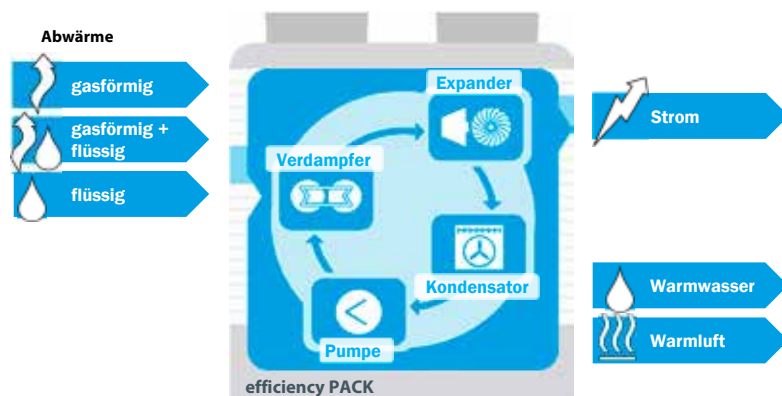
3 Abwärmekonzept für „high-dust“

Um dieses Potenzial nutzbar zu machen, wandte sich Gottfried an die Firma Orcan Energy. Das Unternehmen entwickelt und baut Lösungen zur Stromerzeugung aus Abwärme und gehört mit seinen weltweit über 200 installierten Modulen, genannt efficiency Packs, zu den führenden Anbietern in diesem Bereich.

Die efficiency Packs basieren auf der ORC-Technologie, einem Grundprinzip, das dem eines Wasserdampfkraftprozesses gleicht: Ein Wärmestrom wird über einen Wärmeübertrager zugeführt und verdampft ein Arbeitsmedium. Der Dampf steht unter Druck und treibt eine Expansionsmaschine an, die über einen Generator Strom erzeugt. Der produzierte Strom wird entweder direkt vor Ort verbraucht oder in das Stromnetz eingespeist. Ein Kondensator kühlt das Medium anschließend ab, verflüssigt es und führt es erneut dem Verdampfungsprozess zu. Durch die Verwendung eines Mediums mit niedrigerer Siedetemperatur als beispielsweise Wasser können beim Organic-Rankine-Cycle-Prozess schon Abwärmequellen mit niedrigerer Temperatur genutzt werden, wie sie z. B. in industriellen Prozessen und bei Motoren vorliegen.

Die efficiency Packs sind modular und haben eine Leistung bis über 200 kW Strom. Die Kunden profitieren von CO₂-freiem Strom zu sehr günstigen Stromerzeugungskosten von derzeit 3 bis 4 Cent/kWh. Darüber hinaus sind sie sehr flexibel und kön-

ORC: Die Technologie zur Wärmeverstromung



Der **Verdampfer** überträgt die Abwärme in den efficiency PACK. Dabei wird das unter Druck stehende Arbeitsmedium erhitzt und als überhitzter Dampf zum **Expander** geleitet. Der Dampf treibt den **Expander** und damit den Generator an, der so Strom produziert. Das gasförmige Arbeitsmedium wird im **Kondensator** verflüssigt, dabei wird Restwärme an die Umgebungsluft abgegeben. Das nun flüssige Arbeitsmedium wird in der **Pumpe** auf hohen Druck gebracht. Damit schließt sich der Kreislauf und beginnt von Neuem.

ORC der zweiten Generation

+ **Kompakt:** Plug & Play

+ **Wirtschaftlich:** Robuste Standard-Industriekomponenten, unkomplizierte Installation

+ **Flexibel:** Teillastfähig, Temperaturen von 80 bis 800 °C

Orcan Energy - 2020

Graphic/Grafik: Orcan Energy

1

»2 Pictogram showing the operating principle of the ORC circuit

»2 Piktogramm Funktionsweise ORC-Kreislauf

cessive steps and transferred accordingly to two separate water circuits. In this way, not only high-temperature but also low-temperature heat is used, and the efficiency of the plant is increased. In the efficiency Pack the thermal energy is transferred to the working medium and the ORC process is powered.

A special challenge was the integration of the heat exchanger, which has to meet extreme requirements in the clay plant due to the dust. For use with Gottfried's rotary kiln, the Orcan technicians therefore had to integrate a waste gas heat exchanger specifically designed for the application in question, in order to cool the waste gases and then be able to transport the waste heat to the ORC. Thanks to particularly robust materials and a specially engineered design, it can be used in "high-dust" applications, i.e. in the heavily dust-laden exhaust gas even before the exhaust filter stage. Orcan technicians have thus succeeded in operating an ORC system for generating exhaust gas energy at the rotary kiln of a clay plant.

4 Advantages of the energy efficiency measure

The result of energy recycling: For Gottfried, the use of the efficiency Pack means a saving of 180 t CO₂ per year, which corresponds to about 50 return flights from Munich to New York – that is good for the climate.

Gottfried also benefits from a saving of 300 MWh of electricity per year, which is more than 50 000 € in electricity costs. In addition to the electricity generated in the efficiency Pack, the power requirement for the flue gas fan is also reduced, as the flue gas volume flow is significantly lower due to the fact that no fresh air is added. This also saves electrical power.

However, it is not only the direct advantages of energy recycling that benefit companies like Gottfried. The installation of the efficiency Pack can serve as a clear and simple proof of the improvement in energy-related performance as defined in ISO standard 50001.

nen innerhalb von Sekunden auf schwankende Wärmemengen reagieren. Zudem erreichen sie auch in Teillast einen hohen Wirkungsgrad bei der Verstromung von Wärme.

Im konkreten Anwendungsfall bei Gottfried wird durch eine innovative Einbindung Strom erzeugt: Um die Wärme im Abgas durch eine maximale Abkühlung optimal zu nutzen, wurde ein zweistufiger Wärmeübertrager installiert. Die Wärme wird in zwei aufeinanderfolgenden Schritten entnommen und entsprechend auf zwei separate Wasserkreise übertragen. So werden nicht nur Hochtemperatur-, sondern auch Niedertemperaturwärme genutzt und der Wirkungsgrad der Anlage gesteigert. Im efficiency Pack werden die thermische Energie auf das Arbeitsmedium übertragen und der ORC-Prozess angetrieben.

Eine besondere Herausforderung war die Einbindung des Wärmetauschers, der im Tonwerk aufgrund des Staubs extremen Anforderungen genügen muss. Für den Einsatz am Drehrohrofen von Gottfried mussten die Orcan-Techniker daher einen konkret für den Anwendungsfall konzipierten Abgaswärmeübertrager integrieren, um die Abgase zu kühlen und die Abwärme anschließend an den ORC leiten zu können. Dank besonders robuster Materialien und einer eigens angefertigten Konstruktion kann er im „high-dust“ eingesetzt werden, also im stark staubbelasteten Abgas noch vor der Abgasfilterstufe. So ist den Orcan-Technikern der Betrieb einer ORC-Anlage zur Gewinnung von Abgasenergie am Drehrohrofen eines Tonwerks gelungen.

4 Vorteile der Energieeffizienz-Maßnahme

Die Bilanz des Energie-Recyclings: Für Gottfried bedeutet der Einsatz des efficiency Packs eine Einsparung von 180 t CO₂ pro Jahr, was ungefähr 50 Flügen von München nach New York und zurück entspricht – das ist gut fürs Klima.

Außerdem profitiert Gottfried von einer Einsparung von 300 MWh Strom jährlich, das sind mehr als 50 000 € Stromkosten. Zusätzlich zur Stromerzeugung in den efficiency Packs verringert

Depending on the company and application, there are various measures for improving the energy-related performance indicator. One can replace existing consumers with more efficient systems or equipment (e.g. LED lighting) or improve the efficiency of existing systems. The cost-effectiveness of the measure – including a short payback period in relation to the total runtime – is an important criterion for companies. Power generation from waste heat, as in the case of the Gottfried Tonwerke, fulfils both criteria: It leads both to an improvement in the energy index and to significant financial savings in electricity purchases. The payback periods are between two and four years.

With the ISO certification of the energy management system, industrial operators can prove that their company not only operates in an energy-efficient manner, but can also ensure that it continues to do so. As a result, they benefit from fiscal advantages such as the EEG (Renewable Energy Sources Act) redistribution reduction and peak tax exemption and can credibly demonstrate to customers and also potential customers that they are acting in an environmentally conscious manner.

5 Conclusion

“The advantages are clear and there is a growing realization that investments in energy efficiency reduce costs in the company and create competitive advantages”, states Andreas Sichert, CEO of Orcan Energy.

The German energy agency dena recognizes energy-efficient action. In 2019, it presented Orcan Energy and Gottfried Tonwerke with the Energy Efficiency Award 2019. It considers the project to be a model for the use of dust-laden exhaust gases, “which in many companies stands in the way of the sensible use of waste heat, even though the use of industrial waste heat is an essential component in increasing energy efficiency and reducing CO₂ emissions.”

sich der Strombedarf für das Rauchgasgebläse, da der Abgasvolumenstrom durch die entfallene Zumischung von Frischluft deutlich reduziert wird. Das spart zusätzlich elektrischen Strom.

Es sind aber nicht nur die unmittelbaren Vorteile des Energierecyclings, von denen Unternehmen wie Gottfried profitieren. Die Installation des efficiency Packs kann als eindeutiger und einfacher Nachweis der Verbesserung der energiebezogenen Leistung im Sinne der ISO Norm 50001 dienen.

Je nach Unternehmen und Anwendung gibt es verschiedenste Maßnahmen zur Verbesserung der energiebezogenen Kennzahl. Man kann bestehende Verbraucher durch effizientere Anlagen oder Geräte ersetzen (z.B. eine LED-Beleuchtung) oder den Wirkungsgrad bestehender Systeme verbessern. Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme – u.a. eine kurze Amortisationszeit in Relation zur gesamten Laufzeit – ist dabei ein wichtiges Kriterium für Unternehmen. Stromerzeugung aus Abwärme, wie bei der Firma Gottfried, erfüllt beiden Kriterien: Sie führt sowohl zu einer Verbesserung der Energiekennzahl als auch zu einer signifikanten finanziellen Ersparnis beim Strombezug. Die Amortisationszeiten liegen zwischen zwei und vier Jahren.

Mit der ISO-Zertifizierung des Energiemanagementsystems können Industriebetreiber nachweisen, dass ihr Unternehmen nicht nur energetisch sinnvoll wirtschaftet, sie können sicherstellen, das auch kontinuierlich fortzusetzen. Folglich profitieren sie von fiskalischen Vorteilen wie der EEG-Umlagereduzierung und Spitzensteuerbefreiung und können Kunden und auch potenziellen Kunden glaubwürdig darstellen, dass sie umweltbewusst handeln.

5 Fazit

„Die Vorteile überwiegen und die Einsicht wächst, dass Investitionen in die Energieeffizienz die Kosten im Unternehmen senken und Wettbewerbsvorteile schaffen“, stellt Andreas Sichert, Vorstand bei Orcan Energy, fest.

Die Deutsche Energie-Agentur dena würdigt energieeffizientes Handeln. 2019 zeichnete sie Orcan Energy und Gottfried mit dem Energy Efficiency Award 2019 aus. Sie sieht das Projekt als Vorbild für die Nutzung staubbelasteter Abgase, „was in vielen Unternehmen einer sinnvollen Nutzung von Abwärme entgegensteht, obwohl Nutzung von industrieller Abwärme einen wesentlichen Baustein zur Steigerung von Energieeffizienz und der Verminderung von CO₂-Emissionen bildet.“ 