

Effizienzberatung in der Industrie

Praxisbeispiel für eine systematische und umfassende Betrachtung zur Verbesserung der Kosteneffizienz

Viele Industrieunternehmen und Planungsbüros haben die Idee, mit dem Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW) die Kosten auf einfache und wirtschaftliche Art und Weise zu senken. Was sich auf den ersten Blick gut und einfach anhört, ist in der Praxis oftmals wesentlich komplexer und im schlechtesten Fall sogar unwirtschaftlich. Nicht berücksichtigte Rahmenbedingungen, Prozessanforderungen und Betriebsbedingungen führen zu Nachträgen im Anlagenbau oder reduzieren die erwarteten Erlöse während des Anlagenbetriebes. Teilweise droht sogar die Stilllegung des BHKW, da energiewirtschaftliche Gesetze sträflich missachtet werden. Entsprechend wichtig ist die Frage: Wie kann ein Industrieunternehmen die heutigen technischen, kaufmännischen und energiewirtschaftlichen Anforderungen in praxistaugliche Lösungen zur Steigerung der Kosteneffizienz umwandeln?



Jörg Müller,
Geschäftsführender
Gesellschafter,
Müller Beckmann
GmbH, Münster



Bernd Pieper,
Geschäftsführender
Gesellschafter,
Alfred Pieper GmbH,
Hamm

Der Rückblick

Der so typische Blick auf den Strom- und Erdgaslastgang in einem Industrieunternehmen der Lebensmittelbranche führte zu dem Ergebnis, ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von mehr als 2.000 kW zu installieren. Da kein Heizungssystem vorhanden war, sollte die Abwärme mit Hilfe einer Absorptionskältemaschine zur Industriekühlung bei Temperaturen von bis zu -30 °C verwendet werden. Die finanzierende Bank wollte die Investitionssumme von rund 2 Millionen Euro absichern und bat um eine unabhängige Stellungnahme.

Die Herausforderung

Die umfängliche Begehung und systematische Analyse des Industrieunternehmens mit seinen Produktionsprozessen, Prozessanforderungen, Energieversorgungssystemen und Energieerzeugungsanlagen ergab die Notwendigkeit zum Umdenken. Bei den bisherigen Betrachtungen wurden nicht um-

fassend oder schlimmstenfalls gar nicht berücksichtigt:

- die vorhandenen Potenziale zur Energieeinsparung,
- die Möglichkeiten zur Umstellung von Hochdruckdampf auf ein klassisches Heizungswassersystem,
- die Optimierung der Betriebsabläufe,
- die Betriebskosten (Versicherung, Wartung und Instandhaltung, Personal),
- die mangelnden Versorgungssicherheiten,
- die prozessbedingten Abluftreinigungsanlagen,
- die prozessrelevanten Anforderungen an die Energieversorgung,
- der vorhandene Sanierungsstau,
- die notwendige übergeordnete Regelungstechnik und
- die geplante Unternehmensentwicklung bzw. Unternehmensstrategie.

Der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung fehlte in der Konsequenz das zwingend benötigte

Fundament, um eine Finanzierung sicherzustellen. Die Herausforderung bestand somit in der Überarbeitung der technischen und kaufmännischen Lösung. Ziel war es, alle notwendigen betrieblichen, technischen, genehmigungsrechtlichen und energiewirtschaftlichen Aspekte zu betrachten, zu bewerten und in eine neue Gesamtlösung zu überführen.

Managementberatung

Mit dem Management wurde eine neue Strategie zur Projektentwicklung erarbeitet, um eine nachhaltige Lösung zu entwickeln. Es wurden im Vorfeld die Qualitäten, die Anforderungen und Unternehmensziele definiert. Diese wurden als Leitlinie und Orientierung festgeschrieben. Ein wesentlicher Punkt war die „Analyse und Optimierung von innen nach außen“, das heißt: ausgehend von den Prozessen bis hin zur Energiebeschaffung. Nur so konnte sichergestellt werden, dass alle Effizienzpotenziale und Betriebsabläufe erkannt und berücksichtigt wurden.

Effizienzlösung

Nach der Analyse und Konzeptentwicklung konnten letztendlich elf wirtschaftliche Einsparmaßnahmen identifiziert werden, von denen acht unmittelbar umgesetzt wurden. Die restlichen Maßnahmen wurden aus strategischen Gründen zurückgestellt, um sie im Rahmen der anstehenden Produkt- und Prozessentwicklung erneut zu bewerten und zu entscheiden.

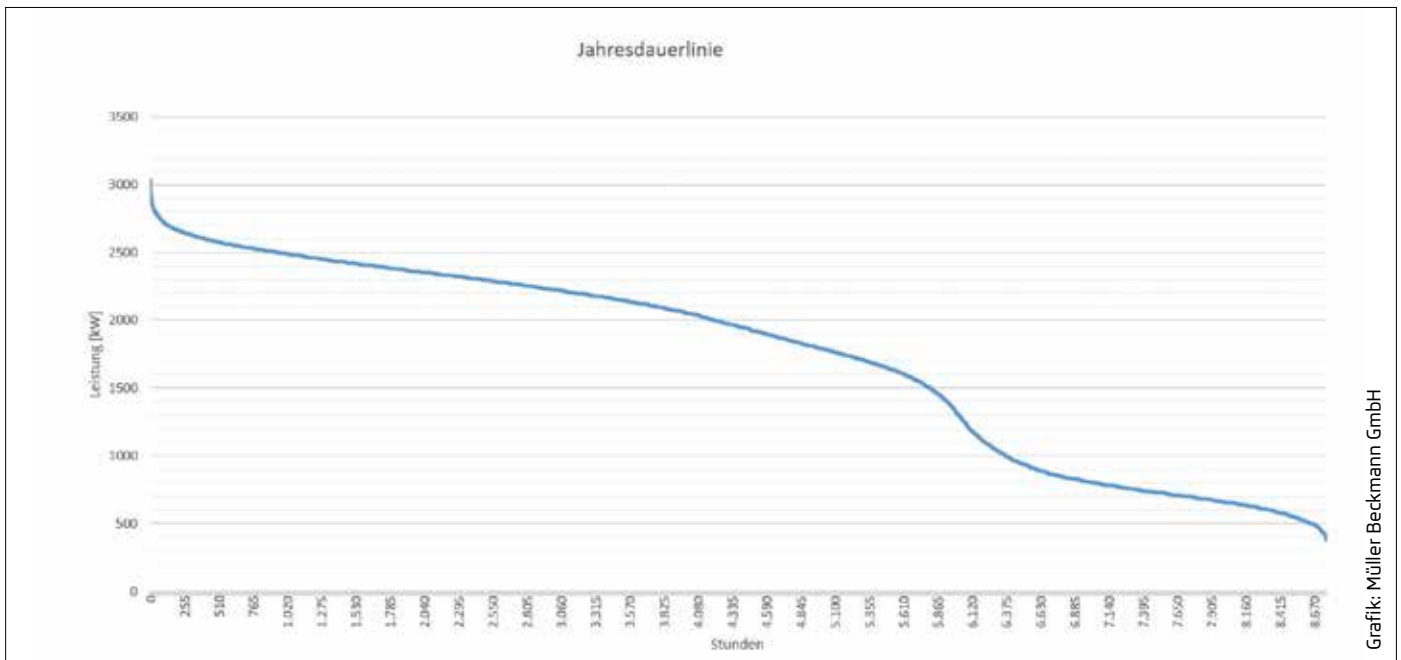


Abbildung 1: Geordnete Jahresdauerlinie Strom

Systemwechsel Versorgungsmedium

Die systematische Analyse ergab, dass rund 7.000 kg/h Dampfleistung durch ein Pumpenwarmwassersystem substituiert werden konnten. Dieser Umstand hatte zu Folge, dass nun Wärmeverbraucher vorhanden waren, die mit der Motorenwärme des BHKW sowie weiterer Wärmerückgewinnungspotenziale versorgt werden konnten. Darüber hinaus war die Voraussetzung für alternative Energieerzeugungsanlagen wie Warmwasserkessel oder Wärmepumpen geschaffen. Die Entwicklung des neuen Energiekonzeptes

hatte nun zusätzliche Handlungsoptionen bzw. energetische und technische Potenziale.

Abluftreinigung

Die prozessbedingt notwendige Reinigung der Rauchgase aus den Rauchkammern wurde bislang durch eine thermische Nachverbrennung (TNV) realisiert. Die Anlage erzeugte neben der Rauchgasreinigung Hochdruckdampf für die Produktionsprozesse. Der Jahresnutzungsgrad dieser Kesselanlage lag jedoch nur bei rund 35 Prozent.

Die Installation einer neuen Abluftreinigungsanlage führte zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs um rund 6.800 MWh pro Jahr und damit um eine CO₂-Reduzierung von 1.700 Tonnen pro Jahr. Aus dem Rauchgas konnte darüber hinaus eine Wärmeleistung von rund 280 kW ausgekoppelt und in das neue Heizungsnetz eingespeist werden.

Dampfkessel

Die Dampfversorgung wurde durch zwei Hochdruckdampfkessel mit einer Gesamtleistung von 22 t/h sichergestellt. Die Jahresnutzungsgrade der beiden Anlagen lagen zwischen 35 und 85 Prozent.

Der ältere der beiden Kessel wurde durch einen neuen 4-Zug-Dampfkessel mit einer Leistung von 10 t/h und einem Dampfdruck von 10 bar ersetzt. Der vierte Zug wurde speziell für dieses Projekt installiert. Hierdurch wird die Abgaswärme der geplanten BHKW-Anlage in Dampf umgewandelt. Diese Anlagenkonfiguration ermöglicht eine platzsparende Aufstellung, da der sonst übliche singuläre, dem BHKW nachgeschaltete Abhitzekegel zur Dampferzeugung entfallen konnte. Diese Lösung stellt sicher, dass die Abgaswärme des BHKW immer vorrangig genutzt wird. Der Dampfkessel ist zusätzlich mit einem modulierenden Erdgasbrenner ausgestattet, so dass eine bedarfsgerechte Dampferzeugung jederzeit möglich ist.

Die Modernisierung der Anlagentechnik und der übergeordneten Regelungstechnik sowie die neue Kondensatwirtschaft führen zu einer Erdgaseinsparung von rd.



Abbildung 2: Einbringen des Erdgas-BHKW



5.800 MWh pro Jahr und damit zu einer CO₂-Reduzierung von rd. 1.400 Tonnen pro Jahr. Die Verluste werden von 65 Prozent auf unter 10 Prozent reduziert.

Dampf- und Wärmeverteilung

Zur Realisierung des Systemwechsels wurde ein neues Heizungssystem inklusive Druckhaltung, Heizungsverteilung und übergeordneter Regelungs- und Gebäudeleittechnik installiert. Damit sind die Voraussetzungen des übergeordneten Ziels zur systematischen Dampfreduktion innerhalb der Energieversorgung geschaffen.

Wärmerückgewinnung

Es wurden Lösungen für verschiedenartige Wärmerückgewinnungssysteme entwickelt und in die Anlagentechnik integriert.

Das aus den Kochprozessen anfallende Autoklaven-Abwasser hat mit rund 40 °C und einer Dauerleistung von rund 375 kW ein erhebliches Wärmerückgewinnungspotenzial. Die vorhandenen Druckluftanlagen konnten bisher ihre Abwärme nicht auf das

Wärmenetz übertragen. Hierzu wurden die vorhandenen Anlagen mit einer Abwärmelastleistung von 100 kW durch das neue Heizungssystem in das Gesamtsystem eingebunden.

Da die verschiedenen Abwärmepotenziale auch unterschiedliche Temperaturniveaus haben, wurde eine kaskadierte Frischwasseranlage zur Prozesswassererwärmung installiert. Nach den Temperaturniveaus geordnet, wird das benötigte Frischwasser mit einem Volumenstrom von rund 15 m³/h von 10 °C auf rund 40 °C vorerwärmt. Die restliche Nacherwärmung auf rund 85 °C erfolgt über die BHKW-Motorenwärme.

Die Erdgaseinsparung beträgt 1.670 MWh pro Jahr, das entspricht einer CO₂-Reduzierung in Höhe von 400 Tonnen pro Jahr.

Das gleiche System wurde eingesetzt, um eine veraltete und ineffiziente Wärmerückgewinnung aus der Ölkühlung der Kältemaschinen zu ersetzen. Die neue Frischwasseranlage kann das vorhandene Abwärmepotenzial von 250 kW wesentlich effektiver nutzen und die Versorgungsqualität des

Prozesswassers sicherstellen. Die Qualitätsverbesserung führt zu einer Reduzierung der bisher eingesetzten Reinigungsmittel und trägt daher wesentlich zur Umweltentlastung bei. Darüber hinaus werden die hygienischen Anforderungen erfüllt. Die Anlageneffizienz wurde um mehr als 60 Prozent gesteigert.

Die Erdgaseinsparung beträgt 650 MWh pro Jahr, das entspricht einer CO₂-Reduzierung von 160 Tonnen pro Jahr.

Eigenstromerzeugung

Durch die zahlreichen Effizienzmaßnahmen konnten der Erdgaslastgang und der damit verbundene Wärmebedarf wesentlich reduziert werden. Dies hatte zur Folge, dass die zuerst geplante Eigenstromerzeugungsanlage überdimensioniert war.

An dem Industriestandort wurde nunmehr eine nicht-serienmäßige, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 1.200 kW und einer thermischen Leistung von 1.500 kW installiert. Die erzeugten Strom-, Dampf- und Wärmemengen werden nun vollständig im Unternehmen genutzt. Auf Grund der teilweise volatilen Produktions- und Betriebsbedingungen wurde ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 100 m³ installiert.

Der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage führt zu einer CO₂-Einsparung von rund 2.000 Tonnen im Jahr.

Brennwertnutzung

Prozessbedingt wird innerhalb der Produktion und für die Produkte Direktampf verwendet. Dadurch besteht die Notwendigkeit, permanent Permeat (voll entsalztes Wasser) aufzubereiten und dem Dampfsystem zuzuführen.

Zur Vorerwärmung des voll entsalzten Wassers werden die Abgasströme des BHKW und des Dampfkessels ausgenutzt. So wird das voll entsalzte Wasser durch Brennwertwärmetauscher um 45 Kelvin erwärmt. Die Leistung dieser neu installierten Wärmetauscher liegt beim Dampfkessel bei 264 kW und beim BHKW bei 535 kW. Diese Maßnahme führt zu einer jährlichen Erdgaseinsparung von rund 1.400 MWh und einer jährlichen CO₂-Einsparung von rund 350 Tonnen.

Sanierung und Infrastruktur

Im Rahmen des Projektes wurden auch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Rohrleitungsbau, die Installation einer Wasserenthärtungsanlage zur Verbesserung des Anlagenbetriebes an den Produktionsmaschinen und die Installation eines neuen Speisewassermoduls inklusive neuer Entgasung durchgeführt.



Foto: Müller Beckmann GmbH

Abbildung 3:
Einbringen des Hochdruck-Dampfkessels



Gesamtlösung der Effizienzverfahren

Für alle Effizienzlösungen war eine Investition in Höhe von 3.910.000 Euro notwendig. Die aufgeführten Maßnahmen generieren Kosteneinsparungen von rd. 1.430.000 Euro und CO₂-Einsparungen von rund 6.440 Tonnen pro Jahr. Letzteres verdeutlicht, dass die CO₂-Einsparungen dieser integralen Lösung mit 34 Prozent überdurchschnittlich hoch sind.

Finanzierungsberatung

Die gesamten Maßnahmen – BHKW, 4-Zug-Dampfkessel, neue TNV, Heizungssystem, WRG-Systeme, Abgaskaminanlage, neues Gebäude, Regelungstechnik, Planungs- und Genehmigungskosten usw. – mit einer Gesamtinvestition in Höhe von 3,9 Millionen Euro wurden durch ein neuartiges Finanzierungsmodell als Off-Balance-Lösung über einen Zeitraum von rund sechs Jahren finanziert. Der Kunde erhielt die Möglichkeit, noch während der Umbauphase das Finanzierungsvolumen und die Maßnahmen flexibel anzupassen.

Hierdurch war es überhaupt möglich, die während der Bauphase erst entschiedenen Sanierungsmaßnahmen in die Finanzierung aufzunehmen. Bereits vom ersten Tag an konnte durch die hohen Energieeinsparungen eine signifikante Kostenentlastung unter Berücksichtigung aller Finanzierungs- und Betriebskosten erreicht werden.

Projektmanagement

Das Projektmanagement hatte dem Kunden die Projektrealisierung zum Festpreis ohne Nachträge zugesagt. Ebenfalls war eine termingerechte Anlagengenehmigung zu erreichen, damit die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage sichergestellt werden konnte. Obwohl dafür nur drei Monate zur Verfügung standen und die Genehmigung durch die Behörde auf den Gesamtstandort ausgedehnt wurde, konnte das Ziel erreicht werden.

Insbesondere die enge Abstimmung und frühzeitige Integration des Anlagenbauers führten zu einem konstruktiven und lösungsorientierten Umsetzungsprozess.

Integrierter Anlagenbau

Durch die frühzeitige Einbindung des Anlagenbauers konnte eine optimale Abstimmung zwischen Produktion, Energieversorgung und Anlagenbau erfolgen, so dass eine unterbrechungsfreie Produktion gewährleistet werden konnte. Durch die systematische Analyse und Festlegung von Leistungszielen wurden die Verantwortungen zwischen den Parteien eindeutig geregelt. Dadurch wurde

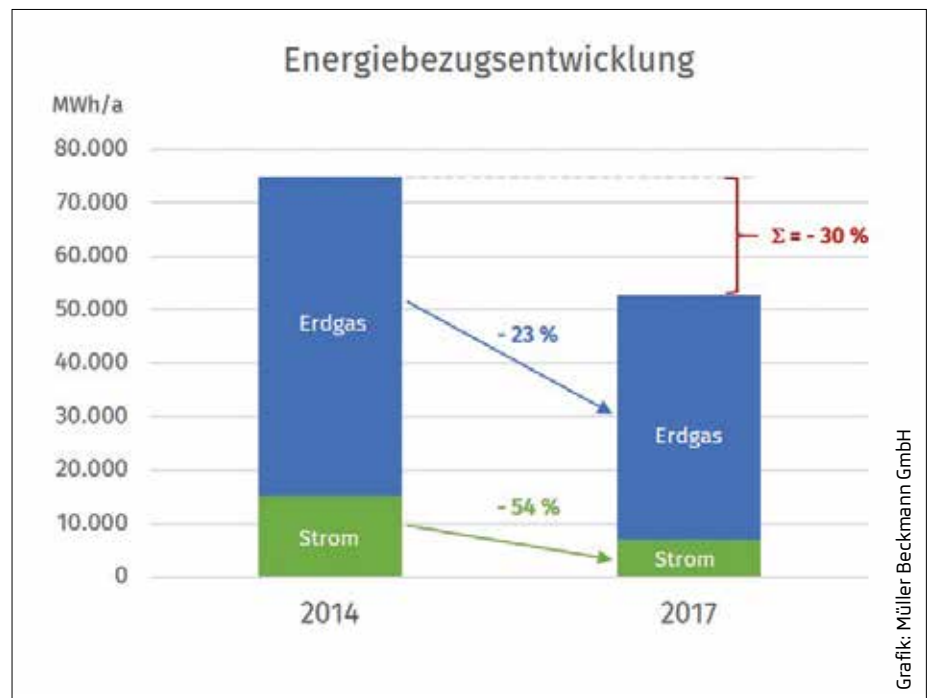


Abbildung 4: Entwicklung des Energieeinkaufs

die Einhaltung des Termin- und Kostenrahmens sichergestellt. Nachträge konnten vermieden bzw. auf ein Minimum (Sanierung) reduziert werden.

Energiemanagement

Zur Sicherstellung der Effizienzmaßnahmen hat das Industrieunternehmen sich dafür entschieden, das Beratungsunternehmen mit dem Nachweis und der Sicherstellung der Einsparmaßnahmen zu beauftragen.

Auf Grund der Komplexität der Produktion und der gesamten Einflussfaktoren wurde ein Energiemodell auf Basis der multivariaten Regressionsanalyse entwickelt und erfolgreich angewendet. Damit ist der Kunde jederzeit in der Lage, Veränderungen in seinen Fachbereichen „Technik“, „Produktion“ und „Energie“ zeitnah zu bewerten und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Darüber hinaus werden alle Anforderungen der DIN EN ISO 50003 und 50006 erfüllt.

Fazit

Das umfassende Energiekonzept hat zu einer Verdoppelung der Investitionssumme geführt. Gleichzeitig wurde das BHKW in seiner elektrischen Leistung von zunächst geplanten über 2 MW auf realisierte 1,2 MW reduziert. Die Installation einer Absorptionskältemaschine mit einem Wirkungsgrad von 15 Prozent entfiel gänzlich. Die freigewordenen Investitionen wurden unter anderem in weitere Effizienzmaßnahmen gelenkt.

Durch diese Gesamtmaßnahmen konnte eine wesentliche höhere Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Der statische Return on Investment betrug trotz sehr hoher Sanierungsinvestitionen 2,7 Jahre. Mit einer Energieverbrauchsreduzierung bezogen auf die Medien „Strom“ und „Erdgas“ von rund 23 Prozent wird ein entscheidender Beitrag zur nachhaltigen Kostenreduzierung und zum Umweltschutz erreicht. ◀