

Energieoptimierte Gesamtplanung einer Eloxalanlage

Durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit von Industriebetrieb, Anlagenplaner/-hersteller, Energieversorger und unabhängigem Berater kann ein Maximum an Synergieeffekten bei der Anlagenplanung erzielt werden. Bei der hier beschriebenen Planung einer Eloxalanlage ließen sich durch die Optimierung des Energieverbrauchs jährlich rund 150 000 Mark einsparen.

Das mittelständische Unternehmen Franz Schneider Brakel (FSB), ein Hersteller von Türklinken und Zubehör in Ostwestfalen, plante die Erweiterung beziehungsweise den Neubau einer Eloxalanlage, wobei neben einer Produktivitätssteigerung auch eine Abwasser- und Energieverbrauchsreduzierung erreicht werden sollte. Auf Grund der langjährigen guten Zusammenarbeit hatte der Energieversorger Pesag, ein regionales Stromversorgungsunternehmen aus Paderborn, auch für die Planung der Eloxalanlage seine Unterstützung angeboten. Ein erster Schritt auf dem Weg zur Energieoptimierung dieses Neubaus sollte eine Istzustandsanalyse der bestehenden Eloxalanlage sein.

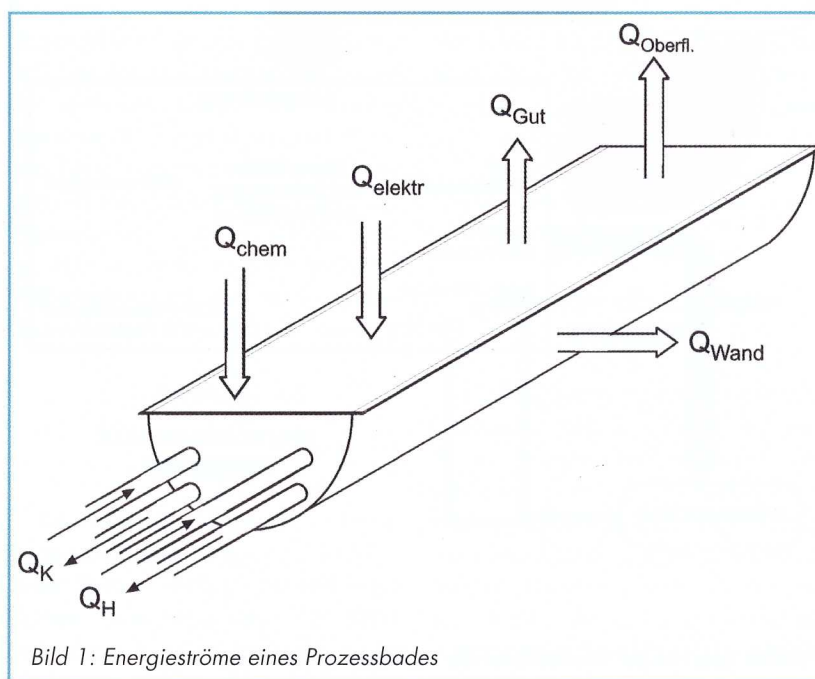
Wegen der Komplexität der Fragestellung wurde die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) in München als unabhängige Institution mit der Erstellung dieser Analyse beauftragt. Die in dieser Untersuchung ermittelten erheblichen Einsparpotentiale für die verschiedenen Komponenten der Eloxalanlage waren die Grundlage für ein Modell-Projekt zur energieoptimierten Gesamtplanung einer Eloxalanlage. Durch intensive Zusammenarbeit von Anlagenbetreiber, Anlagenplaner, Energieversorger und unabhängigem Energieberater sollte die Energieversorgung der Eloxalanlage unter technischen und wirtschaftlichen Kriterien optimiert werden. Aufgrund seines Innovationsgrades und seiner

Bedeutung für die rationelle Energienutzung wurde dieses Projekt vom Land Nordrhein-Westfalen zu rund 50 % gefördert.

Dynamisches Modell für den Ist-Zustand

Bereits für die Istzustandsanalyse wurde ein dynamisches Modell aller Prozessbäder erstellt, das in 5-Minutenschritten die Wärmeströme Q für jedes Bad ermittelt (Bild 1). Die Pfeilrichtungen deuten an, ob es sich bei dem jeweiligen Wärmestrom um einen Energieeintrag oder -austrag handelt.

Im einzelnen wurden berücksichtigt:	
QK	Die dem Bad durch aktive Kühlung entzogene Wärme
QH	Die dem Bad durch Beheizung zugeführte Wärme
Qchem	Die dem Bad durch exotherme chemische Reaktionen zugeführte Energie
Qelektr	Die den Eloxal- und Glänzbädern in Form von Gleichstrom zugeführte elektrische Energie
QGut	Die dem Bad durch Eintauchen von kaltem Gut entzogene Wärme
QOberfl	Die dem Bad durch Verdunstung, Konvektion und Strahlung entzogene Wärme
QWand	Die dem Bad durch Wärmeverluste durch die Behälterwand (Transmission) entzogene Wärme



Dieses Modell dient der Simulation der gesamten Eloxalanlage und liefert für jedes Bad und jeden 5-Minutenschritt die für die Regelung der Badtemperatur notwendige Heiz- beziehungsweise Kühlleistung sowie weitere für die Auslegung relevante Informationen (Bild 2). Verifiziert wurde dieses Modell mit Hilfe verschiedener Messungen in der bestehenden Eloxal-

anlage. So wurden an einzelnen Bädern erfasst:

- ◆ Der Temperaturabfall ohne Beheizung beziehungsweise beim Eintauchen des Guts
- ◆ Der Leistungseintrag durch Elektrolysestrom
- ◆ Der Abtrag von Aluminium (zur Bestimmung der Reaktionsenthalpien)
- ◆ Der Wasserverlust durch Verdunstung
- ◆ Die Außentemperatur der Wannen

beziehungsweise welche Maßnahmen aus technischen (t-) oder wirtschaftlichen Kriterien (w-) abgelehnt wurden.

- ◆ Abdeckung der Prozessbäder (+)
- ◆ Optimierung der Kesselregelung (+)
- ◆ Absenkung der Kesselvorlauftemperatur (t-)
- ◆ Einsatz eines Economisers zur Rücklaufvorwärmung mit Abgas (+)
- ◆ Optimierung der Druckluftversorgung inklusive Abwärmennutzung (+)

- ◆ Nutzung der Abwärme der Gleichrichter (t-)
- ◆ Substitution von Kältemaschinenleistung durch Freikühler (+)
- ◆ Nutzung von Abwärme für die Raumheizung (+)
- ◆ Nutzung der in der Abluft enthaltenen Energie (t-)
- ◆ Nutzung von Abwärme für die Eindampfungsanlage (t-)
- ◆ Nutzung der Kältemaschinenabwärme (+) beziehungsweise
- ◆ Vorkühlung des Kältemaschinenrücklaufs durch einen Freikühler (w-)
- ◆ Optimierung der Beleuchtungsanlage (+)

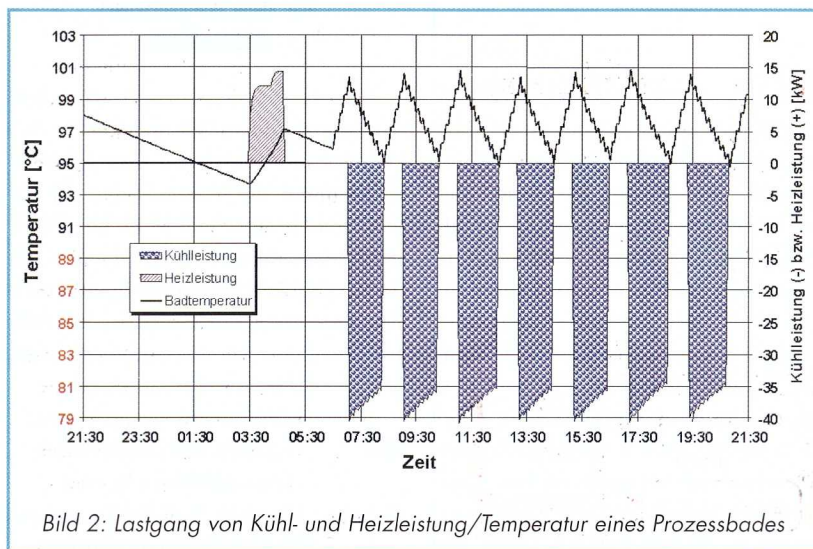


Bild 2: Lastgang von Kühl- und Heizleistung/Temperatur eines Prozessbades

Die Vielzahl an untersuchten Maßnahmen hat zur Folge, dass die einzelnen Komponenten nicht mehr unabhängig voneinander betrachtet werden können. So ist eine Vorkühlung des Kältemaschinenrücklaufs durch einen Freikühler allein betrachtet sicher sinnvoll, da während des Winterhalbjahres ein Großteil der Kältemaschinenleistung durch Umgebungskälte eingespart werden kann.

Wird jedoch wie hier die Abwärme der Kältemaschine genutzt, so erweist

Insgesamt wurden Heiz- und Kühlleistungen für rund 70 Bäder und mehrere typische Prozessabläufe ermittelt. Zusammen mit dem Heizwärmebedarf der Produktionshalle konnte so der Wärme- und Kältebedarf einer Anlage ohne Wärmerückgewinnung ermittelt werden (Bild 3). Die von dem Anlagenbauer Stohrer in Rutesheim konzipierte Badabdeckung wurde, wegen ihrer erwiesenen Wirtschaftlichkeit, bereits hier berücksichtigt.

Prüfung auf technische Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Danach wurden folgende Möglichkeiten der Energieverbrauchsminde- rung sowie der Abwärmennutzung auf ihre technische Realisierbarkeit sowie ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Die Angaben in Klammern zeigen, welche Maßnahmen in das endgültige Konzept übernommen wurden (+)

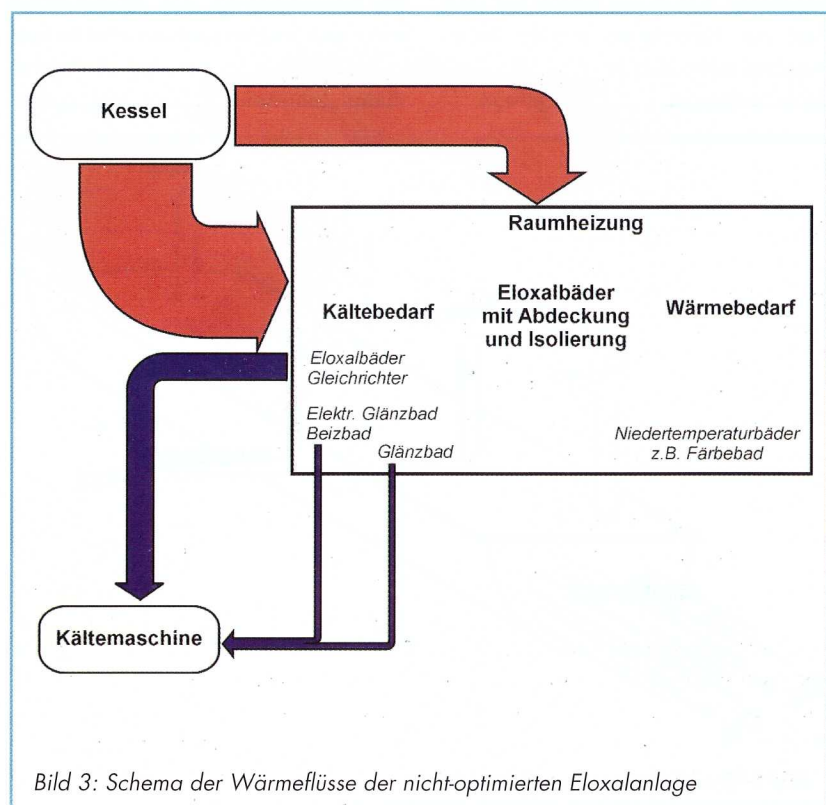


Bild 3: Schema der Wärmeflüsse der nicht-optimierten Eloxalanlage

sich die Vorkühlung als kontraproduktiv. Um das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten zu überprüfen, wurde die Simulation der Prozessbäder um die Lastgänge der externen Komponenten (wie Kompressoren, Kältemaschine) erweitert und so zu einer Simulation der gesamten Anlage ausgebaut. Mit dieser Simulation kann das Zusammenspiel aller Komponenten untersucht und optimiert werden.

der Bäder führt nach Herstellerangaben zu Einsparungen von rund 3100 MWh Wärme und 590 MWh elektrischer Energie für Ventilatoren und dergleichen.

Zusammen ergibt sich somit eine jährliche Energiekostenreduktion von rund 150000 Mark gegenüber der nicht-optimierten Lösung. Die Amortisationszeit beträgt – bei Mehrkosten von rund 600000 Mark einschließlich

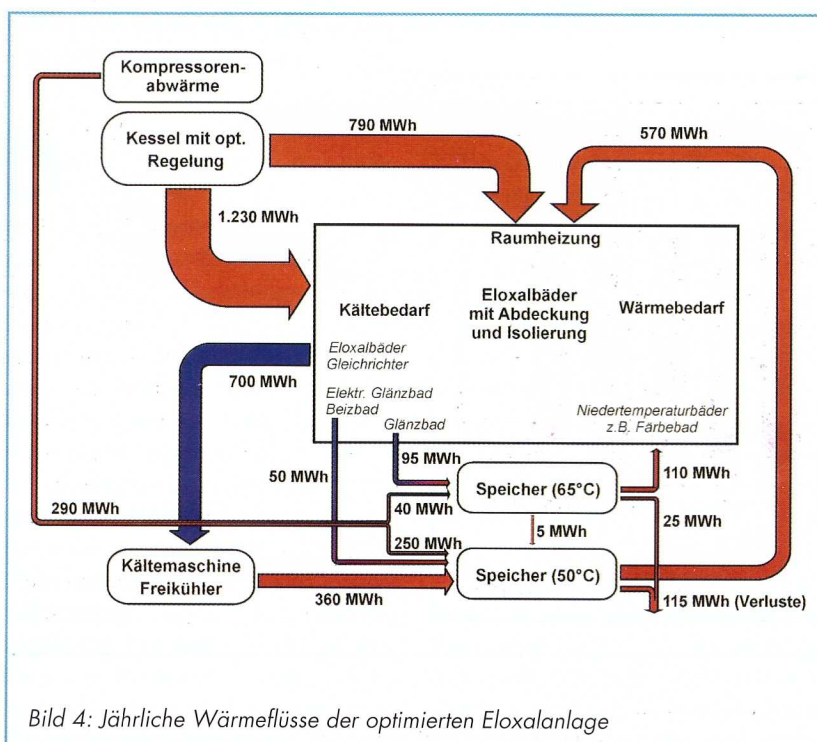


Bild 4: Jährliche Wärmeflüsse der optimierten Eloxalanlage

Wesentliches Ergebnis der Simulation ist, dass die Abwärmenutzung wegen der zeitlichen Abweichung zwischen Abwärmeanfall und Wärmebedarf nur mit Hilfe von zwei Pufferspeichern sinnvoll möglich ist. Bild 4 zeigt die Wärmeströme in der optimierten Anlage. Hier wird die zentrale Rolle der Pufferspeicher mit den zwei verschiedenen Temperaturniveaus deutlich.

Deutliche Kostenreduzierung

Durch die Abwärmenutzung beziehungsweise die eingesparte Kühlleistung können jährlich rund 680 MWh Wärme beziehungsweise 80 MWh elektrische Energie für Kühlzwecke eingespart werden. Die Abdeckung

der Kosten für dieses Projekt – gegenüber einer Anlage ohne Maßnahmen zur Energieoptimierung zirka 4 Jahre. Für eine Optimierung des Energieverbrauchs sprechen also neben ökologischen Gesichtspunkten nicht zuletzt wirtschaftliche Vorteile.

Nutzen für alle Beteiligten

Der Forderung nach rationeller Energienutzung kann und will sich heute grundsätzlich niemand verschließen. Durch die Zusammenarbeit aller an der Anlagenplanung beteiligten Firmen kann ein Optimum erreicht werden. Daneben gibt es jedoch weitere Gründe, die dafür sprechen, die Energieoptimierung in die Anlagenplanung mit einzubeziehen:

- ◆ Der Anlagenbetreiber kann die durch den Energieeinsatz verursachten Betriebskosten senken und die meist vorhandene Kopplung zwischen rationellem Energieeinsatz und höherer Produktivität nutzen. Ebenso werden die Anforderungen, wie sie in emissionschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren zur Errichtung, Betrieb oder Veränderung genehmigungsbedürftiger Anlagen gestellt werden, erfüllt und der Anlagenbetreiber kommt der freiwilligen Selbstverpflichtung der Wirtschaft zur Klimavorsorge durch Senkung des spezifischen Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen nach. Sein Betriebsimage wird aufgewertet und damit verbessern sich seine Wettbewerbschancen im Kontext der national und international steigenden Bedeutung der Klimavorsorge. Er beugt im Hinblick auf langfristig nicht auszuschließende ordnungsrechtliche Ansätze oder steuerliche Maßnahmen vor.
- ◆ Der Anlagenhersteller entwickelt die Anlagentechnik im Hinblick auf einen geringeren Energieverbrauch weiter. Da eine Überdimensionierung vermieden wird, steigt die Wettbewerbsfähigkeit an.
- ◆ Der Energieversorger erhält optimale Kenntnis der Kundenanforderungen an die Energieversorgung und kann frühzeitig Entwicklungen des Energieverbrauchs seines Kunden erkennen. Zudem erweitert sich sein Produktspektrum (Energie-Dienstleistung).
- ◆ Der unabhängige Energieberater erhält die Möglichkeit, eine zusätzliche Dienstleistung anzubieten. Dabei ergeben sich im Vergleich zur Nachrüstung / Verbesserung von bestehenden Anlagen wesentlich bessere Möglichkeiten zur Optimierung und erweiterte Einblicke in Anlagenplanung und Verfahrenstechnik.

Der Autor: Dieter Köhler,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der FFE,
München