

MIGROS-GENOSSENSCHAFTS-BUND

Logistik-TA

Betriebsoptimierung von Kälteanlagen

1 Betriebsoptimierung bei neuen Anlagen

Nach der Planung, Ausführung, Inbetriebnahme und Abnahme beginnt die Nutzung der neuen Kälteanlage. Die gewünschten Temperaturen werden erreicht, zumindest liegen keine Reklamationen vor. Der Unternehmer stellt die Schlussrechnung, diese wird nach der Mängelbereinigung beglichen. Beide Parteien haben ihre Verpflichtung aus dem Werkvertrag erfüllt.

Ist dies wirklich so? Bestehen neben den Garantieleistungen keine weiteren Ansprüche an den Unternehmer? Wird die neue Anlage wirklich optimal betrieben, werden die bei der Projektierung besprochenen Funktionen tatsächlich erfüllt, funktionieren die Schnittstellen, welche mit viel Aufwand definiert wurden?

Die Investitionen in eine neue Anlage sind gross; die Betriebs- und Unterhaltskosten über die gesamte Nutzungsdauer jedoch noch viel bedeutender. Die überwiegende Mehrzahl der Anlagen sind einmalig, sind Prototypen. Jeder Serienfabrikation geht eine Entwicklung, eine umfangreiche Testphase und Optimierung voran. Beim Anlagenbau muss der Prototyp optimiert werden.

Durch die Planung, Realisierung und Nutzung einer beträchtlichen Anzahl von Kälteanlagen in der Migros-Gemeinschaft haben wir die Notwendigkeit und das Potential der Betriebsoptimierung erkannt und wollen diese Methode in der Zukunft konsequent anwenden. Bei der Begleitung der IBS, der Durchführung von Abnahmen und Schlussprüfungen nach der Garantiefrist und der Betreuung vieler Anlagen hat sich leider folgende Erkenntnis gefestigt:

"Jede Steuer- oder Regel-Funktion, bei welcher die korrekte Funktionsweise nicht durch eine Kontrolle nachgewiesen werden kann, funktioniert nicht!"

1.1 Vorgehen

Mit dem Abschluss der Abnahmen und Mängelbereinigung sind die wichtigsten Funktionen überprüft und nachgewiesen: Die Temperaturen in den Kühlstellen werden erreicht und die Anzahl der Störungen konnte auf ein akzeptables Mass reduziert werden. Hier beginnt die Betriebsoptimierung: Durch ein konsequentes Analysieren des Anlagenverhalten kann das Optimierungspotential lokalisiert und genutzt werden:

- Ueberprüfen des Regimes bei verschiedenen Betriebsbedingungen
- Betriebsstunden und Energiemessungen erfassen und auswerten
- Datenloggings mit dem MSR-System oder einem externen Datenlogger durchführen und auswerten

Dieses Vorgehen zeigt im besten Falle eine in allen Bereichen einwandfreie Funktion auf. Eher zu erwarten ist jedoch eine Vielzahl von Optimierungs-Möglichkeiten. Diese sind nun zu analysieren und zu bewerten, um mit den effektivsten Massnahmen die markantesten Verbesserungen zu realisieren. Dieser Prozess sollte in Zusammenarbeit mit dem Unternehmer, dem Planer und dem Betreiber der Anlage durchgeführt werden. Dabei darf es nicht darum gehen, wer welche Fehler gemacht hat, sondern wie die Anlage optimiert werden kann. Sicher treten dabei auch Mängel an den Tag, welche bei der Abnahme nicht festgestellt wurden und der Unternehmer nun beheben muss. Dennoch ist die Betriebsoptimierung auch für den Kälteunternehmer eine interessante Tätigkeit, bei der er sein know-how erweitern und seine Fachkompetenz beweisen kann. Ebenso können durch eine einwandfrei funktionierende Anlage zahlreiche Piketteinsätze während der Garantiefrist vermieden werden.

Auf diese Weise kann durch die Betriebsoptimierung ein doppelter Nutzen erreicht werden:

1. Durch die Optimierung können Betriebs- und Unterhaltskosten reduziert und die Verfügbarkeit der Anlage erhöht werden. Der Nutzer kann wichtige Erkenntnisse über den Betrieb gewinnen und dadurch die Anlage optimal betreiben.
2. Die Erkenntnisse können für die Planung weiterer Anlagen genutzt werden.

2 Betriebsoptimierung von bestehenden Anlagen

In der Migros-Gemeinschaft werden seit bald 20 Jahren die Energieverbräuche systematisch erfasst und ausgewertet. Im Supermarktbereich werden die Verbräuche auf die Kennwerte

- **Elektro:** Zielwert 442 kWh/Jahr x m² Verkaufsfläche
- **Wärme:** Zielwert 134 kWh/Jahr x m² Verkaufsfläche
- **Wasser:** Zielwert 3.6 m³/Jahr x m² Verkaufsfläche

umgerechnet und so mit den Zielwerten verglichen. Mit diesem Soll-/Ist-Vergleich können die schlechtesten Objekte lokalisiert, überprüft und optimiert werden.

Die Produktkühlung verursacht in einem Supermarkt die grössten Energiekosten. Aus dieser Erkenntnis haben wir für die Beurteilung der Kälteanlage einen Kennwert ermittelt um die Anlagen beurteilen zu können. Als Beilage 1 ist das Erfassungsformular dargestellt, mit welchem die "Kältevergleichs-Zahl" berechnet werden kann. In den letzten Jahren haben wir eine grosse Anzahl von Kälteanlagen untersucht und diese Vergleichszahl gebildet. (Diagramm 1) Mit dieser Grundlage haben wir den **Zielwert** von 4'000kWh/lfm x Jahr und den **Grenzwert** von 5'000kWh/lfm x Jahr definiert.

Die massiven Unterschiede bei dieser Auswertung zeigt auf, dass nicht im Komma-Bereich diskutiert und argumentiert werden muss, sondern dass hier unter anderem beachtliche Optimierung-Potentiale vorhanden sind.

Damit diese Benchmarks überhaupt gebildet werden können, muss ein konsequentes Messkonzept definiert und umgesetzt werden: Nur so lassen sich diese Werte vergleichbar berechnen und nach Optimierungsmassnahmen eine Erfolgskontrolle durchführen. Für die Supermarkt-Kälteanlagen haben wir die folgenden Elektroenergiezähler definiert:

- Kälteerzeugung Pluskühlung: Kompressoren, Rückkühlsystem/Kondensator (Pumpen, Ventilatoren)
- Plus-Kühlstellen: (Kühlmöbel und Kühlräume) Pumpen des Kälteträgersystems
- Kälteerzeugung Tiefkühlung: Kompressoren, Rückkühlsystem/Kondensator (Pumpen, Ventilatoren)
- Tiefkühlstellen: (Tiefkühlmöbel und Tiefkühlräume)

Anhand dieser vier Verbrauchergruppen kann eine erste Analyse durchgeführt werden. Weicht eine Position merklich vom Mittelwert ab, lohnt es sich in der Regel diese Gruppe prioritär zu untersuchen. Liegen alle vier Werte im Bereich der Mittelwerte ist die Anlage als Ganzes zu untersuchen. Besonders hier im Bereich der bestehenden Anlagen ist es wichtig, dass die Betriebsoptimierung bei den grossen Anlagen mit den höchsten Werten angesetzt wird.

2.1 Vorgehen

Der erste Schritt ist die Beschaffung und Bereitstellung von Unterlagen und Informationen: Werkvertrag, Revisionsunterlagen, Funktionsbeschreibung, Auslegung der Wärmetauscher, IBS-Protokolle, Messungen, Datenloggings. Bei dieser Arbeit erkennt man auch den Wert und die Wichtigkeit einer vollständigen und aktuellen Projektdokumentation. Diese Phase ist bei einer älteren Anlage in der Regel bedeutend aufwändiger als bei einer neuen, da hier zuerst das ganze Wissen aufgearbeitet werden muss.

In der zweiten Phase folgt die Beurteilung der Anlage vor Ort mit Zustandsbeurteilung, Vergleich der Auslegung und dem Ist-Zustand, Kontrollmessungen (momentan und besonders auch Datenloggings), Kontrolle des Verhaltens der Anlage auf Änderungen der Last und des Regimes.

Mit diesen Informationen wird in der dritten Phase eine Beurteilung und Bewertung vorgenommen. Dabei erfolgt ein Vergleich der Verbrauchsdaten mit den Zielvorgaben, Interpretation der Abweichungen, identifizieren von Optimierungspotentialen. Aus diesen Erkenntnissen wird ein Massnahmenpaket erstellt und bei den jeweiligen Massnahmen Potential und Kosten abgeschätzt.

In der vierten Phase werden diese Massnahmen umgesetzt und durch Kontrollmessungen überprüft. Bei dieser Tätigkeit sollen auch kleine Optimierungsmassnahmen direkt umgesetzt werden, welche beim Arbeiten an der Anlage erkannt werden. Sämtliche Arbeiten sind zu dokumentieren und in den Revisionsunterlagen nachzutragen.

Mit diesem Vorgehen kann jede Kälteanlage überprüft und optimiert werden. Damit dieser Prozess weiter verbessert werden kann ist eine Erfolgskontrolle notwendig. Damit erhält man eine Aussage über die effektiv realisierten Einsparungen und die Genauigkeit der Prognosen. Diese Informationen sind für den Lernprozess aller Beteiligten von grosser Bedeutung.

2.2 Nebenprodukte der Betriebsoptimierung

Bei verschiedenen Anlagen haben wir neben einem Optimierungspotential auch die Notwendigkeit von Sanierungsmassnahmen festgestellt. Durch die eingehende Prüfung werden jeweils auch verschiedene andere Probleme an den Tag gebracht. Diese können dann ebenfalls in den Massnahmenkatalog aufgenommen und behoben werden. Auf diese Weise kann ein wichtiger Beitrag zur Betriebssicherheit, Verfügbarkeit und zum Werterhalt der Anlagen beigetragen werden.

3 Zusammenfassung

Im Anlagenbau werden Prototypen geschaffen, welche optimiert werden müssen. Dieser Prozess ist mit der Abnahme nicht abgeschlossen. Es benötigt den zielgerichteten Einsatz aller Beteiligten, um das Optimierungspotential auch wirklich nutzen zu können. Diese Aufgabe ist auf jeder Ebene sehr anspruchsvoll und verlangt nach guten Führungs- und Fachkräften. Der Einsatz lohnt sich für alle Beteiligten:

- Der Auftraggeber resp. der Nutzer der Anlage kann so einen optimalen Betrieb der Anlage realisieren und damit seine Energie- und Betriebskosten optimieren.
- Der Planer kann einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung "seiner" Konzepte leisten und diese dabei auf ihre Tauglichkeit überprüfen und die Erkenntnisse bei den nächsten Projekten einsetzen.
- Der Unternehmer erhält wichtige Informationen über die ausgeführte Anlage, welche er auch bei den nächsten Aufträgen umsetzen kann. Die Erkenntnisse aus der Betriebsoptimierung ersparen ihm viel Aufwand für ungeplante Interventionen bei Störungen, welche so vermieden werden konnten und ermöglichen ihm das Augenmerk bei kommenden Aufträgen auf die entscheidenden Bereiche zu richten.

Auf Grund dieser Erfahrungen empfehlen wir die Betriebsoptimierung von Kälteanlagen systematisch durchzuführen und bei Neuanlagen in den Auftrag zu integrieren.

Urs Berger, November 2001