

# 80 PROZENT ENERGIEEINSPARUNG DURCH INTELLIGENTE REGELUNG VON PUMPEN

## HERAUSFORDERUNG

Deutliche Einsparung an den Energiekosten; Umrüstung des gesamten Kühlsystems innerhalb einer Woche, flexible Drehzahlen der Pumpen bei gleichbleibendem Förderdruck an allen Verbrauchern, Verzicht auf Ventile, unveränderte Sicherheit der Kühlung bei Volllast auch bei Ausfall einer Pumpe.

## LÖSUNG

Steuerung der Pumpen über Frequenzumrichter und damit exakte Anpassung der Fördermengen an den aktuellen Kühlmittelbedarf, Optimierung der Laufräder in den Kreiselpumpen.

## ERGEBNIS

Über 80 % Energieeinsparung, bereits nach einem Monat mehrere Tausend Euro Einsparungen, Wirkungsgrad der Pumpen 85,3 %.

Die ICL-IP Bitterfeld GmbH produziert im Chemiapark Bitterfeld-Wolfen seit 1997 Flammenschutzmittel auf Phosphorbasis. In dem Werk sind aktuell ca. 80 Personen beschäftigt. Viele der Verarbeitungsschritte, ausgehend von den Ausgangsmaterialien Phosphor und Chlor bis zu den Endprodukten Phosphatester, sind exotherm. Die freigesetzte Wärme wird oft in wassergekühlten Wärmetauschern abgeführt. Das dazu notwendige Kühlwasser mit einer jahreszeitlich schwankenden Temperatur von 19 bis 25 °C liefert ein zentraler Kühlturm, der mit etwa 8.250 h/Jahr nahezu im Dauerbetrieb läuft und bei einem Kühlwasserdurchsatz von max. 1.100 m<sup>3</sup>/h eine Kühlleistung von bis zu 6 MW erbringt. 2011 analysierte die Werksführung die Prozesse im Kühlturm. Dabei stellte sich heraus, dass die drei parallel eingesetzten Kühlwasserpumpen auch bei Teillastbetrieb und reduzierter thermischer Last im Werk stets mit Volllast gegen Drosselklappen betrieben wurden – damit in einem ungünstigen hydraulischen Betriebspunkt und folglich mit einem ungünstigen Wirkungsgrad. Die thermische Auslastung des



Die drei Allweiler® Kühlwasserpumpen der Baureihe NT. Fördermenge 360 m<sup>3</sup>/h, max. Förderhöhe 52 m.



Der zentrale Kühlturm. Die vierte Pumpe ganz rechts dient als Reservepumpe und ist nicht in die automatische Regelung einbezogen.

Kühlturms schwankt jahreszeitlich bedingt und wegen der variierenden Abnahme der einzelnen Verbraucher im laufenden Betrieb üblicherweise zwischen 50 und 100 Prozent bei einem Mittelwert von etwa 70 Prozent.



**Die automatische Regelung garantiert einen konstanten Druck unabhängig vom aktuellen Kühlmittelbedarf.**

#### ENERGIEEFFIZIENZ IM ZENTRUM

Im Rahmen eines konzernweiten Programms für Energieeffizienz in 2014 wurde weiter systematisch nach energetischen Schwachstellen gesucht. Das Ergebnis bei den Kühlwasserpumpen: Mit neuen Motoren und einer Drehzahlsteuerung über Frequenzumrichter ließen sich deutliche Einsparungen erreichen. Auf dieser Grundlage entwickelte Dr. Jürgen K. Seifert, Production Manager in Bitterfeld, ein Konzept für die Steuerung der drei Pumpen, das dem ständig wechselnden Kühlwasserbedarf der verschiedenen Prozesse gerecht werden und zu einer Eliminierung der energetisch ineffizienten Drosselklappensteuerung führen könnte. Vor der Realisierung mehrfach durchgeführte Simulationsberechnungen bestätigten für den konkreten Fall ein hohes Einsparpotenzial mit einem prognostizierten ROI von zwei Jahren. Zentral im neuen Konzept ist die von der Allweiler GmbH, einem Unternehmen der CIRCOR Gruppe, ausgelegte und gelieferte Regelung der Pumpen durch drei Umrichter mit Kaskadenfunktionalität und der Einsatz von „75 kW IE 4 +-“ Motoren. Diese Synchronreluktanzmotoren erreichen einen Wirkungsgrad von 96 %, eine deutliche Verbesserung zu den bisherigen Motoren (Baujahr 1996) mit etwa 90-92 %; sie arbeiten zudem besonders im Teillastbetrieb sehr effizient. Damit amortisieren sich ihre Anschaffungskosten in zwei bis drei Jahren. Dass sich schon in einer vorangegangenen Optimierung bei der Umrüstung der Steuerung der Kühlturmventilatoren auf Umrichter deutliche Einsparungen zeigten, war eine weitere Bestätigung für den Einsatz von Umrichtern bei den Pumpen.

#### REGELUNG MIT FU STATT MANUELLER EINGRIFFE

Zuvor wurden die Pumpen konstant mit 1.450 1/min. betrieben. Die „Regelung“ der Pumpen erfolgte mit Drosselklappen unmittelbar am Pumpenausgang auf der Druckseite, was notwendig war, um die Pumpen in den Bereich der Kennlinien zu bringen, wo die Antriebsmotoren nicht überlastet werden (der Systemgegendruck auf der Abnehmerseite beträgt bei hydraulischer Volllast nämlich nur ca. 3,5 bar). Diese Art der Regelung bedeutet generell eine Energieverschwendung, ist aber in diesen Fällen (Festdrehzahl Pumpe bei niedrigem Systemgegendruck) meist unumgänglich.

Unabhängig von den tatsächlichen Kühlmittelanforderungen wurde der Druck mit den Drosselklappen auf konstant auf 4,8 bar am Pumpenausgang eingestellt. Die Leistungsaufnahme der Motoren betrug dabei konstant etwa 68-75 kW, wobei sich in etwa die Nennfördermenge von 360 m<sup>3</sup>/h pro Pumpe eingestellt haben dürfte.

Als eine erste Energiesparmaßnahme nach der Systemanalyse wurden im Teillastbetrieb, wenn also z. B. Verbraucher (Wärmetauscher) abgeschaltet wurden, eine oder zwei Pumpen abgeschaltet. Dies ist jedoch diffizil, da hierbei permanent und genau darauf geachtet werden muss, dass die verbleibenden Pumpen nicht überlastet werden. Ggf. muss also schnell manuell eingegriffen werden, wenn sich die Lastabnahme im Betrieb plötzlich ändert.

Der Einsatz der Frequenzumrichter ersetzte diese manuelle, diskontinuierliche „An-Aus-Regelung“ durch eine intelligente, kontinuierliche Anpassung der Pumpendrehzahlen an den tatsächlich benötigten Kühlwasserbedarf. Manuelle Eingriffe entfallen nun, der Förderdruck auf der Druckseite bleibt konstant und die Pumpen arbeiten immer synchron in einem optimalen Bereich. Pumpen werden mittels der Kaskadenfunktionalität automatisch ein- und ausgeschaltet, wenn sich auf der Verbraucherseite die Anforderungen ändern.



**Je ein Umrichter steuert die Drehzahl der drei Kühlwasserpumpen.**



**Dr. Ing. Jürgen K. Seifert: „Die Stromaufnahme der Motoren zeigt, dass die Pumpen sehr energiesparend arbeiten.“**

### REIBUNGSLOSER WECHSEL

Die praktische Umsetzung erfolgte in engem Kontakt mit dem Lieferanten der Pumpen: Die Allweiler GmbH entwickelt bereits seit längerem intelligente Regelungen für Kühlwasserpumpen in Systemen, in denen sich der Kühlwasserbedarf häufig ändert – sei es durch die veränderliche Temperatur des Kühlwassers beispielsweise im Sommer-Winter-Vergleich oder durch einen variierenden Lasteintrag durch den Prozess. Aufgrund dieser Erfahrungen lieferte der Hersteller sehr schnell eine passende Lösung für das Werk. Dr. Seifert: „Ich habe selten eine so reibungslose Projektrealisierung erlebt. Unser Konzept wurde sofort verstanden und zielgerichtet umgesetzt.“ Kritisch war der für die Umrüstung und Wiederinbetriebnahme nötige Produktionsstillstand im Werk von etwa einer Woche, da die meisten Kunden „just in time“ beliefert werden müssen. Innerhalb dieses knappen Zeitfensters wurde nicht nur die Umrüstung, sondern auch die Generalüberholung der drei Allweiler® Wasserpumpen der Baureihe „NT“ erledigt. Bei der Überholung wurden auch die Laufräder vom Hersteller neu berechnet und gegen maximal große Laufräder ausgetauscht. Dank der optimierten Laufräder, betrieben bei der optimalen Drehzahl, erreichen die Pumpen nun einen exzellenten Wirkungsgrad von 85,3 %.

Auch der Start-up verlief glatt. „Auch dieses Vorhaben verlief zu unserer vollsten Zufriedenheit. Alle Zusagen von Allweiler® wurden eingehalten, zeitlich und finanziell“, resümiert Dr. Seifert. Bereits nach einem Monat waren die Stromkosten für den Kühlturm mehrere Tausend Euro geringer. In der nächsten Zeit ist daher geplant, weitere Pumpen mit wechselnden Anforderungen auf dieses Regelkonzept umzurüsten.

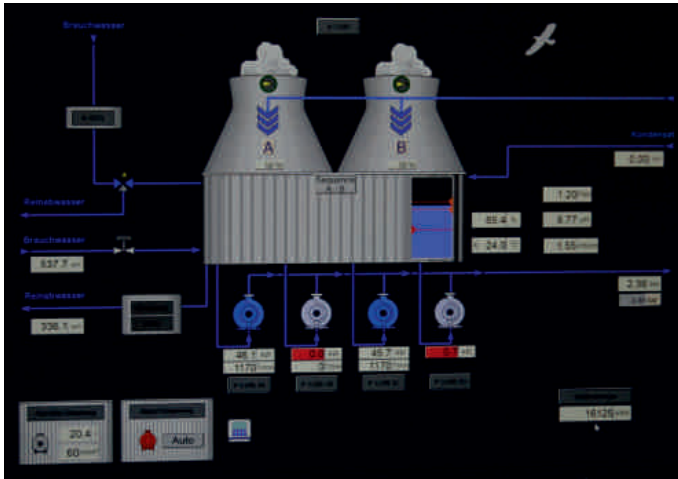


**Die neu installierten Motoren würden sich allein durch ihren höheren Wirkungsgrad auch ohne FU innerhalb von drei Jahren amortisieren.**

### EINSPARPOTENZIALE UNTERSCHÄTZT

In vielen Fällen spielt der Energieverbrauch in derartigen Anlagen eine untergeordnete Rolle und wird daher oft vernachlässigt. Auch in Bitterfeld haben die Energiekosten nur einen vergleichsweise geringen Anteil an den gesamten Produktionskosten. Dem gegenüber steht eine Verringerung des Energiebedarfs für die Kühlung durch die neue Regelung um 50 bis 60 % und damit um bis zu 1.000 MWh jährlich. Oder mit anderen Worten: Die Investition amortisiert sich innerhalb eines Jahres und damit schneller, als in den Simulationen vorhergesagt. Selbst bei Vollast aller drei Pumpen sinkt der Energiebedarf von 75 kW auf 37 kW pro Pumpe. Bei insgesamt reduziertem Energieverbrauch des gesamten Werks verringerte sich der Anteil der „Kühlturmenergie“ damit um einen erheblichen Betrag – Geld, das nun sofort und zu 100 % in das Betriebsergebnis eingeht.

Das Beispiel des Bitterfelder Werks zeigt, welche Einsparpotenziale in Anlagen schlummern, deren Pumpen vor



**In der Leitwarte sind die Leistung und die Drehzahl aller Pumpen angezeigt. Im gezeigten Fall sind nur die Pumpen 1 und 3 in Betrieb.**

Jahren – meist zu groß und mit Reserve – ausgelegt und installiert wurden. Der Einsatz intelligenter Regelungen wird mit den sinkenden Preisen der Frequenzumrichter und der Verfügbarkeit auch für hohe Leistungen immer sinnvoller. Das Sicherheitsargument: „Wie zuverlässig ist die Elektronik und was passiert, wenn der FU ausfällt?“, verliert an Bedeutung. Zum einen ist diese Technologie ausgereift. Zum anderen könnten zwei der drei Pumpen in Bitterfeld infolge der optimierten Steuerung einen großen Teil des Bedarfs decken, falls tatsächlich einmal einer der FUs ausfiele.

### ERWARTUNGEN ÜBERTROFFEN

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz einer solchen Lösung sind Kenntnisse der Fluidtechnologie, der verwendeten Pumpen und intelligenter Regelungen. In Bitterfeld konnte CIRCOR auf erprobten Lösungen aufbauend eine optimale Lösung liefern. Dies war nur möglich, weil der Hersteller alle Komponenten aus einer Hand liefern und optimal aufeinander abgestimmt installieren kann. Dr. Seifert: „Das überzeugende Consulting und die nachgewiesene Expertise rund um die Pumpen-, Motoren- und Frequenzumrichtertechnologie von CIRCOR waren für uns ausschlaggebend für die Erteilung des Auftrags. Nach mehreren störungsfreien Betriebsmonaten sind unsere Erwartungen an die erreichte Effizienzsteigerung sogar übertroffen worden.“

[www.circorpt.com](http://www.circorpt.com)

Power & Industry Products & Services



**Einer der großen Verbraucher. Die zahlreichen Wärmetauscher befinden sich an verschiedenen Stellen des Werks und sind mit unterschiedlich langen Leitungen mit dem zentralen Kühlturm verbunden. Dies stellt zusätzliche Anforderungen an die Intelligenz der Steuerung der drei Pumpen. Selbst bei dem am weitesten entfernten Kühler muss in jedem Betriebszustand immer ein definierter Mindestvordruck gewährleistet sein.**