

# GRÖSSTES SPARPOTENZIAL FÜR HAPAG-LLOYD DURCH DREHZAHLREGELUNG VON SEEKÜHLWASSERPUMPEN



CM-1000 ist bereits auf 23 Hapag-Lloyd Containerschiffen installiert und reduziert Energie- und Wartungskosten.

Mit sinkenden Frachtraten und steigendem Wettbewerbsdruck steigt auch der Druck auf Reeder, die Betriebskosten ihrer Schiffe zu senken. Auch bei den aktuell niedrigen Brennstoffkosten liegt hier das größte Einsparpotenzial. Zudem sind viele Pumpen angesichts der reduzierten Fahrtgeschwindigkeiten überdimensioniert. Mit der konventionellen Regelung durch Ventile wird mehr Energie als nötig verbraucht.

**Ausgangslage: Starke Konkurrenz und ein Überangebot an Frachtraum führen zu sinkenden Frachtraten und damit zu Kostendruck bei den Reedern.**

## Elektronische Regelung der Kühlwasserpumpen

Bereits 2003 wurden eigene Entwicklungen zur Drehzahlregelung von Pumpen begonnen. Frequenzumrichter waren damals teuer und störanfällig. Aus diesem Grund und wegen der hohen Auslastung bis zur Weltwirtschaftskrise 2008 verfolgte die Reederei das Projekt erst mit dem Einbruch der Frachtraten ab 2009 weiter. Luftgekühlte Frequenzumrichter mit einer Lebensdauer von 15 Jahren und mehr sowie die aufgrund der verringerten Schiffsgeschwindigkeiten überdimensionierten Kühlwasserpumpen waren zusätzliche Anreize.



**Die komplette Elektronik der CM-1000-Regelung ist in drei Schaltschränken untergebracht.**

**Lösung: Einsatz der elektronischen Pumpenregelung CM-1000 zur Reduktion des Energieverbrauchs an Bord als eine der wenigen Kostenblöcke, auf die der Reeder Einfluss hat.**

Vor diesem Hintergrund hat Hapag-Lloyd seit 2014 nach und nach 23 Containerschiffe mit 13.200 TEU und 8.600 TEU nachträglich mit dem System CM-1000 von CIRCOR. Die gemeinsame Entwicklung des Systems mit den Spezialisten von Allweiler®, einem Unternehmen von CIRCOR, führte zum schrittweisen Einsatz auf allen Containerschiffen. 2016 steht noch eine letzte Einheit aus. Die Reederei ist damit auch auf diesem Gebiet technologisch führend.

Neben den technischen Merkmalen waren ein schneller, weltweiter Service mit Ersatzteilversorgung und marintaugliche Komponenten gefordert. Gerade Letzteres ist aus den Erfahrungen von Hapag-Lloyd selbst bei Anbietern, die auch andere Marineprodukte liefern, nicht selbstverständlich. Steckverbindungen bei Kabeln müssen beispielsweise deutlich vibrationsfester sein als bei Landanlagen. Bei den Kabeln ist eine Abschirmung vor den wechselnden elektro-magnetischen Feldern an Bord unerlässlich.

#### **Deutliche Einsparungen**

CM-1000 regelt über Frequenzumrichter die Fördermenge der Seekühlwasserpumpen intelligent anhand der Frischwassertemperatur und des aktuellen Kühlmittelbedarfs. Das System erhöht den Wirkungsgrad der bordeigenen Seekühl-

wasserpumpen, reduziert die Betriebs- und Wartungskosten und führt so zu einem höchsteffizienten, umweltfreundlichen und nachhaltigen Betrieb des Kühlsystems. Lars Voss, Senior Superintendent Hapag-Lloyd AG: „Mit dem neuen System erreichen wir pro Schiff eine jährliche Einsparung von mehr als 850 MWh. Dies entspricht unserem Ship-Energy-Management-Plan, mit dem wir einen umweltbewussten Schiffsbetrieb sicherstellen.“

Die Containerschiffe der Reederei pendeln im regelmäßigen Güterverkehr zwischen Fernost, Europa und Amerika. In den durchquerten Klimazonen weist das Seewasser, das zur Kühlung genutzt wird, Temperaturunterschiede von mitunter mehr als 30 °K auf. Außerdem nimmt der Kühlbedarf durch Slow Steaming ab. In dieser Situation steuert CM-1000 die Seewasserpumpen im Kühlsystem mit variabler Drehzahl so,



**An Bord müssen lediglich noch die Sensoren montiert und die Kabelverbindungen hergestellt werden. Der mittlere Schaltschrank enthält den Frequenzumrichter.**

*Commercial Marine Products & Services*



**Der zentrale Bildschirm zeigt alle Betriebsdaten der beiden angeschlossenen Pumpen. Darunter finden sich die Anzeigen für beide Pumpen getrennt. CM-1000 informiert über ungewöhnliche Betriebsbedingungen sowohl hier als auch im Steerraum. L. Voss: „Die Besatzung ist jederzeit in allen Einzelheiten über das System informiert.“**

dass immer die exakt benötigte Menge an Seekühlwasser gefördert wird. Liegt das Schiff still oder macht nur sehr wenig Fahrt, schaltet die neue „All-off“-Funktion die Pumpen komplett ab. Gerade bei Liegezeiten in europäischen Häfen während der Winterzeit ist meist keine Seekühlwasserförderung nötig.

**Ergebnis: Reduktion des Energieverbrauchs der Seekühlwasserpumpen um bis zu 85 Prozent, im Hafenbetrieb um bis zu 96 Prozent und bei Nutzung der Funktion „All-off“ bis zu 100 Prozent. Amortisierung des Systems innerhalb weniger Monate.**

#### Drehzahlregelung und Ventilsteuerung

Die variable Drehzahlregelung (Variable Speed Drive, VSD) des CM-1000-Systems kann den Energieverbrauch im Seebetrieb um bis zu 58 Prozent reduzieren. Wird die zusätzliche Funktion der aktiven Regelung der Ventile (Active Valve Control, AVC) im Kühlwassersystem genutzt, kann der Energieverbrauch um bis zu 85 Prozent reduziert werden. Im Hafenbetrieb sind nach den Erfahrungen bei Hapag Lloyd bis zu 96 Prozent und bei Nutzung der Funktion „All-off“ bis zu 100 Prozent Energieeinsparung möglich. Benötigt das Kühlwassersystem einen Mindestdruck, stellt AVC diesen auch

bei niedrigen Drehzahlen bereit. Die Erfahrung bei Hapag-Lloyd zeigt jedoch, dass dies nur in wenigen Fällen nötig ist. AVC steuert die Ventile in der Seewasseraustrittsleitung und passt die Anlagenkennlinie automatisch an, sodass die Pumpen stets im idealen Betriebspunkt gefahren werden und somit Kavitation verhindert wird.



**Die Fördermenge der vier Seekühlwasserpumpen liegt zwischen 50 und 1.750 m<sup>3</sup>/h. Mit CM-1000 reichen selbst bei größtem Kühlbedarf etwa 75 % der Leistung beider Pumpen. Die dritte und vierte Pumpe wird nicht mehr benötigt.**



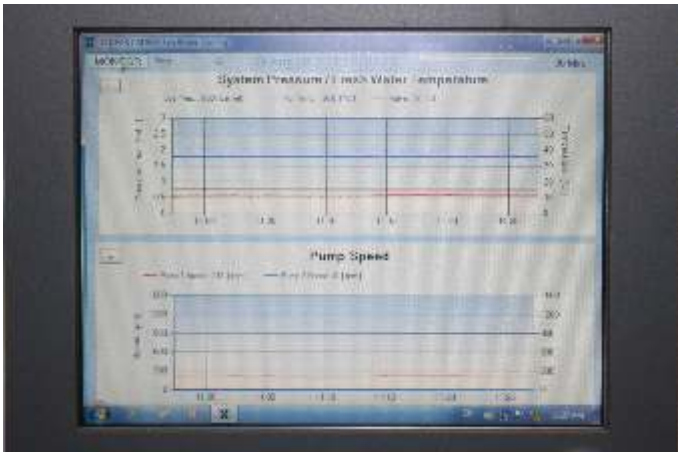
Hier zeigt der Bildschirm u. a. die bisherige und die gesamte Einsparung an elektrischer Energie für beide Seekühlwasserpumpen. Die Kyoto Express übernimmt gerade Ladung. Daher ist nur eine Pumpe mit geringer Drehzahl (215 rpm) in Betrieb. Nach 60.098 Betriebsstunden beträgt die Einsparung 455.385 kWh.



Ein analoger Sensor übermittelt den Druck zur Steuerung der Ventile (AVC).



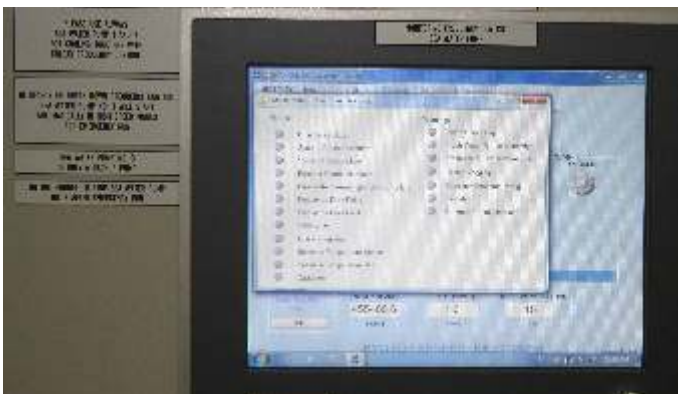
Der Pt 100 Temperatursensor im LT-Kühlwassersystem übermittelt die zu regelnde Kenngröße des CM-100-Systems mit einem 2-Kanal-Ausgang. Der Setpoint liegt bei der Kyoto Express bei 24 °C.



Diese Grafik zeigt, dass die Regelung die gewünschten Kühlwassertemperaturen mit gleichmäßiger Pumpenleistung exakt und mit ausgewogenem Regelverhalten erreicht.



Stellantrieb der automatischen Ventilsteuerung (AVC) für die Seewasseraustrittsklappen der LT-Kühler



Ungewöhnliche Betriebsbedingungen werden für jede Pumpe getrennt überwacht und angezeigt. Störungs- und Alarmmeldungen lassen sich auf beliebige PCs weiterleiten.



**Verdrahtungsbox (links) für die Sensoren der CM-1000-Anlage. Kontrollbox (rechts) für den Reglerantrieb des Dreiwegeventils in der ursprünglichen Regelung der LT-Kühlwasseranlage. Auf der Kyoto Express liegt dessen Setpoint immer 4 °C unter dem Setpoint der CM-1000. Das stellt sicher, dass sich „alte“ und „neue“ Regelung nicht gegenseitig beeinflussen.**

VSD senkt den Energieverbrauch von 2 x 142 kW auf 2 x 40 kW. AVC reduziert ihn von 2 x 142 kW auf 1 x 35 kW und in Schwachlastzeiten oder Hafentiegezeiten sogar auf bis zu 1 x 5 kW. Für Hapag-Lloyd bedeutet das ein Einsparpotenzial von rund 16 Tonnen Heizöl pro Schiff und Monat.

#### **Amortisierung innerhalb weniger Monate**

Das Beispiel der 8.600 TEU großen Kyoto Express zeigt, wie schnell sich die elektronische Regelung allein durch den geringeren Treibstoffverbrauch bezahlt macht. Anfang August lag die Einsparung seit Inbetriebnahme für beide eingesetzten Seewasserpumpen bei über 455.000 kWh. Dies entspricht bei den Treibstoffpreisen im August 2016 etwa 35.000 Euro. Der Reeder verdient mit CM-1000 nach weniger als einem drei viertel Jahr bereits mit jeder Betriebsstunde Geld.

Dazu kommen noch weitere Faktoren: Der Verschleiß der Pumpen ist dank der geringeren Drehzahlen deutlich geringer.

Dies gilt für das Gehäuse, das Laufrad, die Lager und die Gleitringdichtungen. War bisher etwa alle 20 Jahre eine Revision nötig, geht der Chief auf der Kyoto Express nun davon aus, dass sich dieser Zeitraum vervielfacht. Schon nach zwei Jahren Erfahrung zeigt sich dies an den Gleitringdichtungen. Früher war hier im Schnitt jedes Jahr ein Wechsel nötig. Seit dem Einsatz von CM-1000 musste noch keine Dichtung ersetzt werden. Dies ermöglicht auch eine geringere Ersatzteilhaltung an Bord. Schließlich steigen Verfügbarkeit und Sicherheit an Bord. Weniger Wartungen bedeuten weniger Stillstand. Mit CM-1000 sind schließlich zwei der vier Pumpen für alle Anforderungen vom maximalen Kühlmittelbedarf bis zum Stillliegen ausreichend. Sowohl die dritte Pumpe als auch die vierte, früher als Reservepumpe und für Liegezeiten eingesetzte Pumpen, werden nicht mehr benötigt. Sie stehen als redundante Systeme weiter bereit.



**Die Leistung der Hauptmaschine der Kyoto Express wurde von 68.690 kW auf 34.500 kW reduziert. Als Folge sank die benötigte Kühlleistung und das Einsparpotenzial durch eine Frequenzregelung stieg.**

#### **Nachrüstung ohne Werftaufenthalt**

Die Regelung lässt sich sowohl während des Baus als auch jederzeit später einbauen. Speziell bei Schiffen, die nicht oder selten in europäische Häfen kommen, hat sich aus Sicht von Hapag-Lloyd die „Cabinet-Version“ von CM-1000 bewährt. Dabei liefert der Hersteller die komplette Elektronik samt Frequenzumrichter anschlussfertig verkabelt als „Turn-Key-Installation“ in Schaltschränken. Findet sich dafür ein klimatisierter Platz an Bord, ist dies eine ideale Lösung, so L. Voss. Eine konstante, niedrige Raumtemperatur sei die wichtigste Voraussetzung für eine lange Lebensdauer der

Frequenzumrichter, so seine Erfahrungen. Die Inbetriebnahme der „Cabinet-Version“ kann in Fahrt erfolgen und ist in der Regel in vier Tagen abgeschlossen.

#### **Erwartungen erfüllt**



**Die Kyoto Express wurde 2005 in Dienst gestellt und fasst 8.749 TEU**

L. Voss: „Seit Mitte 2015 arbeiten alle CM-1000-Anlagen völlig störungsfrei. Unsere Erwartungen sind erfüllt. Bei Neubauten prüfen wir von vornherein, ob sie sich für CM-1000 eignen.“ Die elektronische Regelung besitzt eine Typzulassung des GL.