

Cool am Prüfstand

Bei dem im Folgenden beschriebenen Projekt galt es, die Überwachung und Steuerung zweier Kühlwasserkreisläufe von Verbrennungs-Motorprüfständen zu automatisieren. Dabei sollten sämtliche Funktionen von einem System erfasst und kontrolliert werden. Dazu wurde ein Steuergerät entwickelt, das sowohl sämtliche Mess- und Regelaufgaben des Kühlsystems übernehmen als auch für künftige Anforderungen und Anlagen ausgebaut werden kann.

Von Dr. Günter Randolf und Dr. Susanne Spiessberger

Die Engineering Center Steyr GmbH & Co. KG aus St. Valentin in Niederösterreich, ein Unternehmen der Magna Steyr Gruppe, erprobt für zahlreiche (auch Fremd-)Firmen Verbrennungsmotore (Otto und Diesel). Dabei reicht das Spektrum von Dauererprobungen und Läufen zur Emissionsmessung nach EU-Normen bis hin zu hochdynamischen Funktionserprobungen und Fahrzeugsimulationen. Aufgrund der hohen Auslastung der bestehenden Anlage hat man sich dazu entschlossen, in ein neues Wassermanagementsystem zu investieren. Von der Versorgung mit Kühlwasser hängt bei Motorprüfständen unter anderem die Konditionierung der Ansaugluft, des Kraftstoffs und des Schmieröls ab, sowie der Betrieb der Wärmetauscher des Motorkühlkreislaufs und vor allem der Wirbelstrombremsen. Eine zu hohe Wasserhärte kann ein Verkalken dieser Komponenten verursachen, was zu einem kompletten Betriebsausfall führen kann. In Anlagen mit mehreren Prüfständen sind halboffene oder geschlossene Kühlsysteme im Einsatz, um den Wasserverbrauch zu senken. Halboffene Systeme basieren auf Verdunstungskühlung und erfordern ein ständiges Nachfüllen mit aufbereitetem Wasser. Da die Additive und Rückstände aber langsamer verdunsten als Wasser, sinkt damit der Reinheitsgrad. Dieser Effekt kann aufgrund der dadurch ansteigenden elektrischen Leitfähigkeit gemessen werden. Ein Teil des Wassers muss bei Erreichen einer bestimmten Leitfähigkeit abgelassen und durch aufbereitetes Wasser ersetzt werden (Absalzung). Wasseraufbereitungsanlagen und Kühlsysteme sind weit verbreitet, und dementsprechend groß ist das Angebot an Steuerungssystemen. So gibt es mikroprozessorunterstützte Einheiten zur Enthärtungs- oder Leitfähigkeitsregelung. Dies sind jedoch Einzelgeräte, die nur beschränkt interagieren. Daher wurde ein Steuergerät entwickelt, das sowohl sämtliche Mess- und Regelaufgaben des Kühlsystems übernehmen als auch auf künftige Anforderungen und Anlagen ausgebaut werden kann.

Realisierung

Besonderer Wert wurde auf Zuverlässigkeit, Sicherheit sowie Erweiterbarkeit der Einheit gelegt. Daraus ergab sich die Wahl für das FieldPoint-System von National Instruments. Darauf kann ein komplexer LabVIEW-RT-Code ausgeführt werden, der sowohl eine kurze Entwicklungszeit als auch einen stabilen Betrieb gewährleistet. Die eingesetzte Steuerungseinheit ermöglicht eine Ethernet-Anbindung und unter-





stützt 3MB Flash-RAM zur Code- und Datenspeicherung. Zur Steigerung der Störsicherheit erfolgt die Messdatenspeicherung lokal am System, das Upload auf einen Server läuft automatisch via FTP. Sollte die Verbindung unterbrochen werden, fährt das System mit dem Betrieb eigenständig fort; der Datenaustausch wird unterdrückt, bis die Verbindung wiederhergestellt ist. Ein übersichtliches Userinterface läuft am lokalen Server mit niedriger Priorität, um sofort Informationen über den momentanen Systemstatus zu liefern oder einen Request zum Datentransfer zu senden.

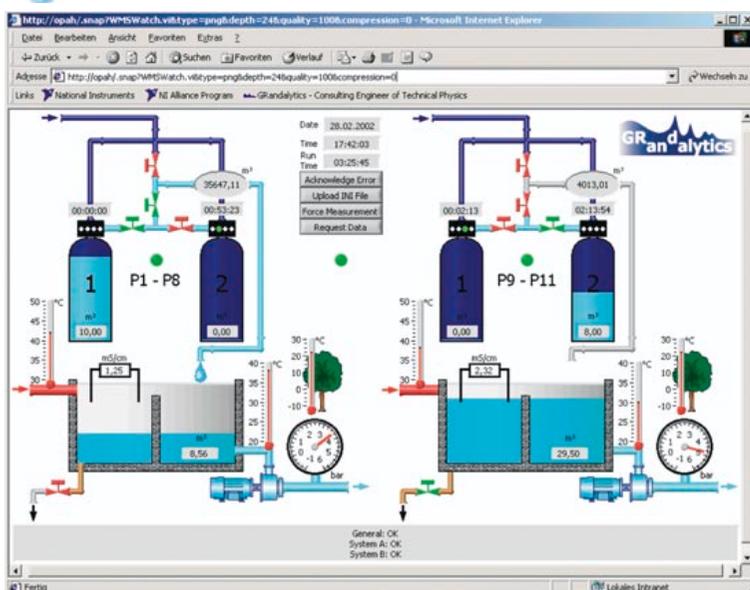
Steuerungseinheit

Die Steuerungseinheit überwacht den Wasserstand, Temperaturen, Pumpendruck und Leitfähigkeit, gewährleistet die Versorgung mit enthartetem Wasser sowie die Regeneration der Enthärtungseinheiten und kontrolliert die Wasserhärte. Dabei wird eine detaillierte Aufzeichnung aller relevanten Messgrößen durchgeführt. Dies ermöglicht einen komfortableren und kosteneffektiveren Betrieb, da sich wichtige Trends daraus ableiten lassen. So ist beispielsweise ein Vergleich von Temperaturen mit dem Wasserverbrauch möglich, dadurch lässt sich ein erhöhter Verbrauch als Folge großer Kühlleistung von Wasserverlusten durch Leckagen klar unterscheiden. Zur Zeit ist jeder Kühlkreislauf mit einem Wasserverbrauchssensor, einem Ultraschallsensor zur Wasserstandsüberwachung, einem Leitfähigkeitssensor, 4 Temperatur-

und 2 Drucksensoren ausgestattet. Bei Bedarf können pH- oder Härtesensoren leicht eingebunden werden. Um eine ausreichende Qualität des Nachfüllwassers zu gewährleisten, ist in jeder Anlage ein Pendeltanksystem im Einsatz. Ist ein Tank nach Entnahme einer bestimmten Wassermenge erschöpft, wird er in den Status »Regeneration« umgeschaltet, während der zweite Tank mit der Versorgung fortfahren kann. Da die benötigte Wassermenge stark variiert und von der Kühlleistung, der Umgebungstemperatur usw. abhängt, muss das Liefervermögen der Enthärtereinheit üblicherweise auf Maximalanforderungen ausgerichtet sein. Durch eine ausgeklügelte Steuerung kann die Einheit jedoch für Durchschnittsbedarf ausgelegt werden. Die für eine Regeneration (Spülvorgang mit Sole) benötigte Salzlauge braucht mindestens sechs Stunden zur Anreicherung. Wird diese Zeit nicht eingehalten, ist der Prozess unvollständig, und hartes Wasser gelangt ins System. Dies hat fatale Konsequenzen wie Verkalken der Rohre oder insbesondere der heißen Oberflächen der Bremsen und der Wärmetauscher. Während konventionelle Steuerungen diese Zeitspanne meist nicht berücksichtigen, lässt das entwickelte System nur dann Regeneration zu, wenn die Sole tatsächlich bereit ist. Ein Absinken des Wasserstandes bis zu einem gewissen Wert wird akzeptiert, und die Absalzung wird angehalten, anstatt die Enthärtereinheit zu »überfahren«. Weiters sind die Einstellungen sowohl für ein als auch für zwei Solebehälter vorgesehen, wodurch die jeweils kürzestmögliche Regenerationszeit erreicht wird. Für das Einstellen einer bestimmten Härte des Speisewassers wird ein Bypass-Ventil benutzt. Die gewünschte Härte wird errechnet und die Ventile auf Grund der Kalkulation geschaltet. Wenn sehr niedriger Wasserstand vorliegt und kein aufbereitetes Wasser zur Verfügung steht, wird mit Rohwasser gespeist, solange die errechnete Härte unterhalb der oberen Grenze liegt.

Sicherheitsmerkmale

Da das Kühlsystem eine sehr wichtige aber auch sehr heikle Einrichtung ist, wurde besonderes Augenmerk auf die Betriebssicherheit gelegt. Eine Watchdog-Funktion überprüft regelmäßig den Regenerationsprozess und die Ventile. Liefert ein Messkanal »Out-of-Range-Daten«, die zwar zur Überwachung, nicht aber zur Steuerung nötig sind, wird eine Warnung ausgegeben. Wenn jedoch fehlerhafte Daten geliefert werden, die für Steuerungsaufgaben notwendig sind, tritt ein Alarmzustand ein. In diesem Fall



User-Interface des Systems zur Überwachung und Steuerung der Kühlung der Motorenprüfstände.

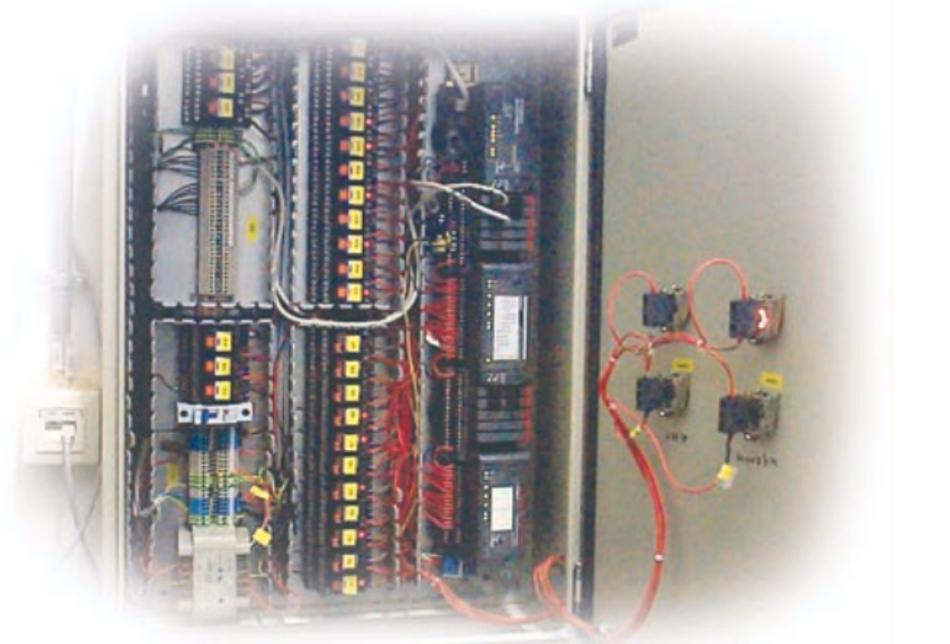


Enthärtungs- und Aufbereitungssystem: Um eine ausreichende Qualität des Nachfüllwassers zu gewährleisten, ist in jeder Anlage ein Pendeltanksystem im Einsatz. Ist ein Tank nach Entnahme einer bestimmten Wassermenge erschöpft, wird er in den Status »Regeneration« umgeschaltet, während der zweite Tank mit der Versorgung fortfahren kann.

wird ein Snapshot aller Parameter, einschließlich Fehler, gespeichert und anschließend Alarm ausgelöst. Der interne Fehler wird nach jedem Programmdurchlauf gelöscht, um einen kontinuierlichen Betrieb aller nicht involvierten Kreisläufe zu ermöglichen. Das Alarmsignal selbst erlischt nach einer Bestätigung. Um Informationsverlust auf Grund eines Stromausfalls zu verhindern, werden wichtige Daten regelmäßig in ein Temporärfile auf dem Flash RAM gespeichert. Ist die Stromversorgung wiederhergestellt und das System automatisch wieder hochgefahren, liefert das Temporärfile alle notwendigen Informationen an den Controller; das System kann somit an dem Punkt fortfahren, wo es unterbrochen wurde.

User Interface und File Transfer

Am lokalen Server läuft ein Programm zum Datenaustausch mit dem Controller, welches zwei Betriebsarten anbietet. Im ersten Modus können aktuelle Daten online überwacht werden. Das Update erfolgt rasch, und der aktuelle Status aller Messkanäle, Fehlermeldungen sowie der Information über die Regeneration und der Ventile wird angezeigt. Weiters können Fehler bestätigt und ein Request für Datenaustausch gesendet



Aufbau des Systems im Schaltschrank – die Steuerungseinheit überwacht den Wasserstand, Temperaturen, Pumpendruck und Leitfähigkeit, gewährleistet die Versorgung mit enthärtetem Wasser sowie die Regeneration der Enthärtungseinheiten und kontrolliert die Wasserhärte.



werden. Im zweiten Modus können historische Daten offline anhand der lokalen Kopie des Datenfiles ausgewertet werden. Mit dieser Auswertesoftware können sowohl Trendberechnungen und Ereignisfilter als auch zahlreiche grafische Visualisierungen durchgeführt werden. Die Auswertesoftware kann modifiziert werden, ohne den Controller zu unterbrechen. Auf beide Modi kann mittels Webbrowser von jedem PC aus zugegriffen werden, ohne zusätzliche Software zu installieren. Sensible Operationen wie etwa Download des Initialisierungsfiles sind gegen unerlaubten Zugriff geschützt. Kalibrierdaten, Grenzwerte und systemspezifische Daten werden in einem Initialisierungsfile auf dem Flash RAM des Controllers gespeichert. Im Falle eines benötigten Updates wird die Änderung an der Kopie auf dem lokalen Server vorgenommen. Der Benutzer kann danach ein Download des neuen Files auf den Controller durchführen, welcher das File vor Übernahme auf Gültigkeit testet. Dieser Ablauf gewährleistet eine sichere Aktualisierung der Parameter, ohne den Controller zu unterbrechen.

Schlussfolgerung

Durch den stabilen Systembetrieb besteht eine hohe Kosteneffizienz, da Rechnerabstürze in Betrieben nicht selten zu Produktionsausfall und damit zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen führen. Da in LabVIEW-Real-Time erstellte Anwendungen direkt auf eigenständigen Controllern laufen, führt ein Absturz des Host PCs nicht zu einem Systemausfall. Durch die Gewährleistung einer kontrollierten Wasserhärte und Leitfähigkeit kann der Einsatz von Additiven langfristig gesenkt werden. Abschaltungen aufgrund einer zu hohen Wasserhärte werden vermieden, und ein kompletter Wasseraustausch der Kühlbecken entfällt. Einen weiteren Beitrag zum Einsparen von Wasserressourcen leisten die Watchdog-Funktionen, die den Ventilbetrieb überwachen und eine verborgene Leckage aufdecken können. Die automati-

sche Datenerfassung ermöglicht einerseits eine lückenlose Dokumentation, welche im Schadensfall zur Ursachenfindung herangezogen werden kann; andererseits kann der aus Routinekontrollen resultierende Personalaufwand reduziert werden. Durch den modularen Aufbau ist das System dazu geeignet, künftige Erweiterungen



Die 2 MW-Kühlturmgruppe des Kühlsystems.

kosteneffektiv durchzuführen. Dies betrifft etwa die Einbindung einer Temperaturregelung oder der Steuerung der Wasserpumpen sowie die mögliche Anbindung an eine Datenbank. ■

GRandalytics,
Dr. Guenter Randolf –
Techn. Büro f. Techn. Physik
Tel.: (07612) 9003-2701
E-Mail: info@grandalytics.com
www.grandalytics.com

National Instruments,
Tel.: (0662) 45 79 90-0
E-Mail: ni.austria@ni.com
http://ni.com/austria

Zu den Autoren: Dr. Susanne Spiessberger ist technische Mitarbeiterin und Dr. Günter Randolf Inhaber des Unternehmens GRandalytics.