

GESTRA Steam Systems

GESTRA Information A 4.1

Kühlwasserverbrauch reduzieren

Eine wichtige Maßnahme für jeden Betrieb

In Kühlkreisläufen ist eine einwandfreie Verteilung des Kühlwassers auf alle parallelgeschalteten Kühler erforderlich.

Nur ein gut einreguliertes Netz, dessen Widerstände so aufeinander abgestimmt sind, dass es nicht zu Kurzschlüssen in den der Pumpstation benachbarten Anlagenteilen kommt, funktioniert zufriedenstellend. Sobald sich aber die einmal festgelegten Widerstände ändern, sei es durch Verschmutzung, sei es durch nachträgliche Erweiterung oder durch Stilllegung von Anlagenteilen, stellt sich das Problem des Abgleichs von neuem. Der Abgleich über manuell zu bedienende Drosseln erfordert einen enormen Zeitaufwand. Deshalb werden die einzelnen Kühlstränge aus Sicherheitsgründen soweit geöffnet, dass immer genügend Wasser fließt. Das bedeutet, dass die Pumpe immer mit ihrer maximalen Leistung betrieben wird. Das bedeutet aber auch, dass enorme Wassermengen verbraucht werden. Wasser wird immer knapper und führt zu Kostensteigerungen durch Wassergewinnung und Wasseraufbereitung. Neuerdings übersteigen die Kosten der Abwasseraufbereitung oft diejenigen der Wassergewinnung. Es gibt Fälle, in denen eine gewerbepolizeiliche Auflage die Einleitung der Kühlwässer in neue Kläranlagen vorschreibt. Ein weiteres Merkmal neben der Wasserverknappung ist die sich immer mehr verschlechternde Wasserqualität, die zu kostspieligen Maßnahmen innerhalb der Kühlwassernetze führt.

Ziel sollte also sein:

Kühlwasserverbrauch verringern bei gleichzeitiger Gewährleistung, dass alle Verbraucher ausreichend versorgt werden.

Es wird in der Praxis häufig beobachtet, dass die Kühlwasseraustrittstemperatur nur wenige Grad über der Eintrittstemperatur liegt. Das ist meist eine Folge von Unsicherheit, weil die Netze nicht widerstandsmäßig abgestimmt sind. Die eingebauten Ventile sind dann voll geöffnet.

Je höher jedoch die Austrittstemperatur, je geringer ist der Wasserverbrauch. Er lässt sich also verringern, indem die Austrittstemperatur angehoben wird; zweckmäßigerweise soweit, wie für den Kühlprozess zulässig ist.

Dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

Auf Grund des Umweltschutzes darf Kühlwasser nicht zu heiß in Gewässer abgeleitet werden. Ab ca. 50 °C treten in zunehmendem Maße Kalkausscheidungen im Wasser auf. Mit steigenden Temperaturen nimmt z. B. das Algenwachstum zu.

Die richtige Verteilung des Wassers ist durch Einbau entsprechender Regler zu gewährleisten, die dann auch die Austrittstemperatur des Kühlwassers in gewissen Bereichen konstanthalten, auch wenn nur teilgekühlt wird. Dürfen die Austrittstemperaturen nicht oder nur wenig erhöht werden, so wird in Kühlkreisläufen mit entsprechenden Reglern gegenüber Kreisläufen ohne Regler zumindest während der Teilkühlung Wasser eingespart. Und welche Anlagen fahren schon ständig Volllast?

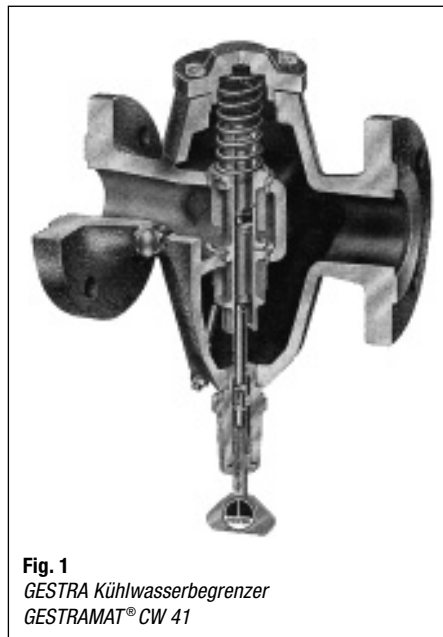


Fig. 1
GESTRA Kühlwasserbegrenzer
GESTAMPAT[®] CW 41

In den weitaus meisten Kühlanlagen genügen als Regler sogenannte Kühlwasserbegrenzer (**Fig. 1**). Es sind proportional wirkende Regler, die in die Kühlwasseraustrittsleitung möglichst dicht hinter dem Kühler eingebaut werden. Sie regeln die Wassermenge proportional zur Wassertemperatur.

Bei kaltem Kühlwasseraustritt wird der Kühlwasserstrom bis auf eine kleine notwendige Fühlmenge abgesperrt.

Steigt die Kühlwasseraustrittstemperatur, so wird proportional dazu das Gerät öffnen und die Austrittstemperatur je nach Einstellung auf einem annähernd konstanten Wert halten. Die Änderung der Austrittstemperatur ist also der Impuls für die Stelländerung.

Durch den Einbau solcher Geräte erfolgt automatisch ein Widerstandsabgleich, d. h. Kurzschlüsse werden verhindert. Auch die am Ende der Anlage oder die an der höchsten Stelle befindlichen Kühler werden ausreichend mit Wasser versorgt.

Die Grenzen der Anwendung solcher Kühlwasserbegrenzer liegen dort, wo eine exakte Einhaltung der Produkttemperatur gefordert wird. Hier muss in Abhängigkeit von der Produkttemperatur geregelt werden. Je nach Genauigkeit der einzuhaltenden Produkttemperatur kommen hier Regler mit Hilfsenergie oder mechanische Regler mit Fühler und Kapillare in Frage. Meistens genügen mechanische Temperaturregler (**Fig. 2**). Regler mit Hilfsenergie regeln zwar exakter, sind aber um einiges teurer.

Für Kühlanlagen, die drucklos betrieben werden müssen, können ebenfalls keine Kühlwasserbegrenzer verwendet werden, da die Ventile in die Kühlwassereintritts-

leitungen zu installieren sind. Auch hier genügen meistens mechanische Temperaturregler, deren Fühler entweder direkt in das Produkt oder in die Kühlwasseraustrittsleitung eingebaut werden können.

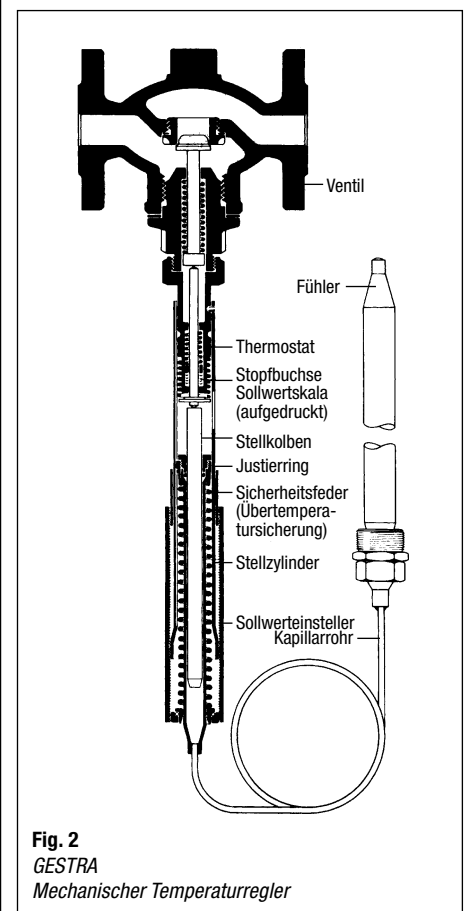


Fig. 2
GESTRA
Mechanischer Temperaturregler

Hier ein Beispiel für die Wasserersparnis nach Einbau eines Kühlwasserbegrenzers:

Ein Kühler hat eine Wärmeleistung von $Q = 2 \cdot 10^5 \text{ W} (\cong 172\,000 \text{ kcal/h})$.

Die Kühlwassereintrittstemperatur beträgt $t_E = 10^\circ\text{C}$, die bisherige Austrittstemperatur $t_{A1} = 15^\circ\text{C}$.

Der bisherige Wasserverbrauch m_1 betrug

$$m_1 = \frac{Q}{c \cdot (t_{A1} - t_E)}$$

$$= \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 3600}{4187 \cdot (15 - 10)}$$

$$= 34\,392 \text{ kg/h} \cong 34,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

c = spez. Wärme für Wasser = 4187 J/(kg K)

Nach Einbau des Begrenzers und Anhebung der Austrittstemperatur auf

$t_{A2} = 28^\circ\text{C}$

liegt der jetzige Wasserverbrauch bei

$$m_2 = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 3600}{4187 \cdot (28 - 10)}$$

$$= 9553 \text{ kg/h} \cong 9,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

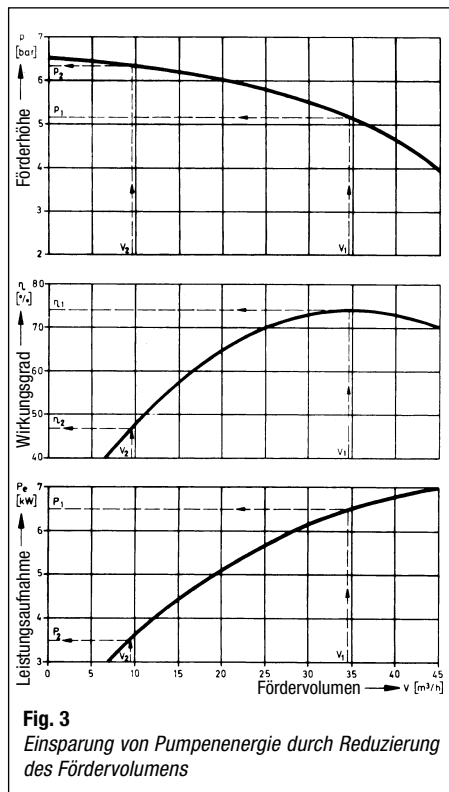
Das ist eine Ersparnis von 72,4 %.

Neben der Wasserersparnis wird aber auch weniger Pumpenenergie benötigt bei konstanter Pumpendrehzahl. Die Diagramme **Fig. 3** zeigen die Förderhöhe, den Wirkungsgrad und die Leistungsaufnahme jeweils in Abhängigkeit vom Fördervolumen einer handelsüblichen Kreiselpumpe.

Die Leistungsaufnahme wurde berechnet nach der Beziehung

$$P_e = \frac{V (\text{m}^3/\text{h}) \cdot \rho (\text{bar})}{\eta \cdot 36} \quad [\text{kW}]$$

Danach betrug die Leistungsaufnahme vor Einbau des Begrenzers 6,5 kW, nach Einbau nur noch 3,5 kW.



Das ist trotz Verschlechterung des Pumpenwirkungsgrades noch eine Ersparnis an Pumpenenergie von 46,2 %.

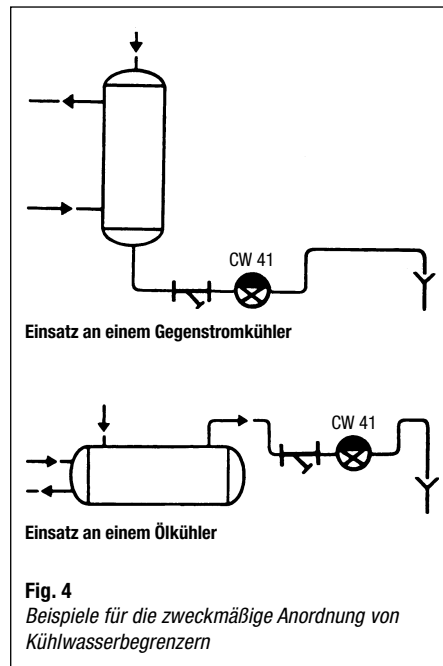
Vollständigkeithalber wird noch auf die Reduzierung der Kosten für die Aufbereitung des Kühlwassers gegen Korrosion, Verkalkung der Kühlflächen und organische Verschmutzung hingewiesen, wenn die Kühlwassermenge verringert wird.

Die Amortisation nachträglich eingebauter Kühlwasserbegrenzer liegt vielfach zwischen 3 Monaten und wenigen Tagen. Eine besonders wichtige Rolle spielt der Begrenzer dort, wo Anlagen neu erstellt werden.

Hier erbringt sein Einsatz oft erhebliche Investitionsersparnisse; dies sowohl in Durchlauf- als auch in Kreislaufsystemen, da Pumpen, Rohrleitungen, Filteranlagen usw. kleiner dimensioniert werden können.

Häufig fällt das Kühlwasser mehr oder weniger stark verschmutzt an. Hier ergibt sich die Frage, welcher Einfluss auf die Begrenzer oder die Regler und welcher Einfluss auf die Funktion der Wärmetauscherflächen daraus entsteht, wenn die Begrenzer/Regler z. B. in Drosselstellung arbeiten, die Strömungsgeschwindigkeit im Kühler ab- und die Verweilzeit des Kühlwassers an den Kühlflächen zunimmt.

Es liegen Erfahrungen vor, dass selbst bei starker Verschmutzung des Wassers keine dadurch bedingten Ausfälle von Begrenzern und Kühlern zu verzeichnen waren, sofern hinreichende Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung ihrer normalen Funktion getroffen wurden. Darunter ist z. B. der Einsatz von Schmutzfängern gegen Funktionsstörungen durch grobe Verschmutzung zu verstehen oder die Anordnung eines Schwanenhalses hinter den Begrenzern bei freiem Auslauf, um ein Austrocknen der Geräte zu verhindern (**Fig. 4**).



Die Wasserverschmutzung durch Bakterien, Algen und Schwebstoffe wird nicht nur in Flusswasser-Durchlaufsystemen, sondern auch in offenen Kühlturm-Kreislaufsystemen beobachtet. Bekanntlich können sich ganze Rohrnetze innerhalb weniger Stunden, infolge der starken Keimbildungsgeschwindigkeit bestimmter Bakterienstämme, zusetzen.

Die Bakterienbekämpfung kann innerhalb geschlossener Kreisläufe, z. B. durch mehrmalige Zugabe von Chlor zum Kreislaufwasser, geschehen. Diese Stoßchlorung ist für die Bekämpfung der Erdbakterien im allgemeinen jedoch nicht ausreichend. Man benötigt hierfür stärkere Biozide, wobei es Arten gibt, die sich innerhalb von 12 Stunden biologisch abbauen. Letztere sind besonders zur Bekämpfung schleimbildender Bakterien geeignet. In zunehmendem Maße wird auch Ozon zur Wasseraufbereitung verwendet, das gegenüber Bioziden Vorteile besitzt.

Zu fragen ist ferner, inwieweit die Schleimbildung von der Strömungsgeschwindigkeit im Kühler abhängig ist, da ja durch Drosselung der Kühlwassermenge auch die Strömungsgeschwindigkeit abnimmt.

Dazu kann gesagt werden, dass die Schleimbildung nicht nur auf die niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten beschränkt bleibt, sondern auch z. B. in Kondensatorrohren bei 2,5 m/s (und das ist eine recht hohe Wassergeschwindigkeit) beobachtet wurde.

Das bedeutet für die Praxis, dass eine Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit in Kühlern durch Kühlwasserbegrenzer an sich keine erhöhten Gefahren der Schleimablagerung an den Rohrwandungen mit sich bringt.

Man sollte aber Kühler zweckmäßigerweise so auslegen, dass die Rohre vom Kühlwasser durchströmt werden. Wärmetauscher, die das Kühlwasser auf der Mantelseite führen, sind wegen der dort herrschenden äußerst geringen Strömungsgeschwindigkeiten – ob mit oder ohne Begrenzer – empfindlich gegen Ablagerungen von Schwebstoffen. In derartigen Fällen müssen erhöhte Anforderungen an die mechanische und chemische Wasseraufbereitung gestellt werden; die Kühler sind entsprechend häufig zu reinigen.

Wenn Sie mehr über Kühlwasserbegrenzer oder mechanische Regler mit Fühler und Kapillare wissen möchten, dann fordern Sie bitte ausführliche Unterlagen bei uns an.

GESTRA AG

Postfach 10 54 60, D-28054 Bremen
Münchener Str. 77, D-28215 Bremen

Telefon +49 (0) 421 35 03-0, Telefax +49 (0) 421 35 03-393

E-Mail gestra.ag@flowsolve.com, Internet www.gestra.de

FLOWSERVE

GESTRA