

## Von Dampf zu Heisswasser: 30% weniger Energie

Der Umbau der Heizkesselanlagen in der Wärmezentrale der Swiss Steel AG bringt zahlreiche Vorteile: Die Abwärme aus der Produktion wird effizienter und länger genutzt. Die Schalthäufigkeit der Brenner hat sich reduziert, Wärmeverluste sind durch ein angepasstes, tieferes Temperaturniveau geringer. Und der Betreiber muss bedeutend weniger Sicherheits-Funktionskontrollen durchführen.



Nach dem Umbau der Heizkesselanlagen bei Swiss Steel kann die Abwärme aus dem Walzwerkofen effizienter genutzt werden.

Die Swiss Steel AG betreibt auf ihrem Areal ein eigenes Heisswasser-Fernwärmenetz mit einer Leitungslänge von 7,5 km. Als Wärmeerzeuger stehen zwei Grosskessel mit je 4 MW Leistung und ein Abhitzeessel für die Abwärmenutzung aus dem Walzwerk mit maximal 4 MW zur Verfügung. Vor dem Umbau produzierten die beiden Grosskessel Sattdampf mit einem Druck zwischen 6 und 12 bar. Dieser Sattdampf versorgte den Produktionsteil Stahlbeizerei und erzeugte Heisswasser.

Durch Änderungen im Produktionsprozess benötigte die Beizerei vor einiger Zeit keinen Dampf mehr. Wie üblich in Heisswasser-Dampf-Systemen wurde der Druck des Dampfes auch genutzt, um den Systemdruck zu halten, damit das 150 °C bis 180 °C heisse Wasser nicht verdampfte. Das heisst: Sank der Systemdruck, musste mit dem Brenner Dampf zur Druckhaltung im System erzeugt werden. Die Abwärme aus dem Walzwerk konnte nicht vollumfänglich genutzt werden,

weil mit dem Dampf für die Druckhaltung mehr Wärmeenergie als notwendig ins System gebracht wurde.

### Umstellung auf Pumpendruckhaltung

Damit der Systemdruck nicht mehr mit Dampf gehalten werden musste, wurde eine Expansionsanlage mit Pumpendruckhaltung installiert. Der Anlageninhalt des gesamten Heisswassersystems beträgt über 300 m<sup>3</sup>. Die Expansionsanlage besteht aus 10 Behältern mit je

4000 Liter Inhalt. Diese Behälter nehmen die Wassermenge auf, die als Ausdehnungsvolumen entsteht.

Obwohl die beiden Grosskessel mit Baujahr 1991 schon einige Jahre alt sind, ist ihr Zustand aufgrund der Betriebsweise und Instandhaltung noch einwandfrei. Daher entschied sich Swiss Steel, die Kessel von Dampfbetrieb auf Heisswasserbetrieb umzubauen. Zusätzlich erhielt jeder Kessel innen und aussen ein neues kleines Rohrsystem. Dieses Rohrsystem ermöglicht das Aufheizen und Warmhalten des Kessels mit Abwärme vom Abhitzeessel des Walzwerks – ohne zusätzliches Verfeuern von Brennstoff. Je nach Angebot und Temperaturniveau der Abwärme und des Kessels reguliert das System die Warmhalte-Wassermenge und schaltet diese automatisch und bedarfsgerecht ein und aus.

### An Abwärmeproduktion angepasst

Übliche Kesselsteuerungen für Heisswasserkessel halten eine konstante Kesseltemperatur und schalten den Kessel aus, wenn im ganzen System die Solltemperatur erreicht ist. Hätte man bei Swiss Steel diese Regelstrategie gewählt, wäre der Speicher mit Wärme durch Verbrennen von Erdgas geladen worden. Temperaturschwankungen im Heizkessel hätten zu Ein- und Ausschaltungen des Kessels geführt, die nicht notwendig gewesen wären.

Die Abwärmeproduktion des Abhitzeessels im Walzwerk ist sehr unterschiedlich – je nach Produktionsvolumen, Stahlsorte oder Produktionsunterbrüchen fallen unterschiedlich nutzbare Abwärmemengen an. Diese sind weder plan- noch direkt vorhersehbar. Da aus dem Produktionsprozess möglichst viel Abwärme genutzt werden soll, werden auch Schwankungen der Austrittstemperatur des Abhitzeessels zugelassen. Diese unterschiedlichen Wärmemengen und Temperaturniveaus müssen in der Wärmezentrale verarbeitet werden können. Die primär mit Gas befeuerten

Grosskessel in der Wärmezentrale sollen nur eingeschaltet werden, wenn das Wärmeangebot des Abhitzekessels nicht mehr ausreicht, um die drei Fernheizgruppen mit genügend Wärme zu versorgen. Dieses Ziel wurde folgendermassen erreicht:

### Speichermanagement stellt Gleichgewicht her

Ein bestehender Speicher mit einem Inhalt von 150 m<sup>3</sup> und einer Höhe von 27 m ist in das Regel- und Steuersystem eingebunden. Je nach Ladezustand des Speichers und je nachdem, ob der Speicher geladen oder entladen wird, erhöht oder reduziert die Steuerung die Heizkesselleistung. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher ein. Steht mehr Wärme von der Abwärmenutzung zur Verfügung, reduziert sich die Kesselleistung automatisch oder die Kessel stellen ab.

### Gleitende Vorlauf- und Rücklauftemperatur

Übliche Kesselsteuerungen für Heisswasserkessel regulieren sowohl eine konstante Vorlauftemperatur (Kesselaustritt) als auch eine konstante Rücklauftemperatur (Kesseleintritt). Bei Swiss Steel wurde eine Lösung gewählt, bei der die Kesselaustrittstemperatur je nach Aussen-temperatur verändert wird. Der Sollwert der Kesseleintrittstemperatur ist abhängig vom Sollwert der Austrittstemperatur und damit ebenfalls variabel. Somit wird der Heisswasserkessel nur so stark erwärmt, wie notwendig. Bei 15 m<sup>3</sup> Wasserinhalt pro Kessel kann bei Bedarf schneller Wärme an das System abgegeben werden.

### Einschaltheufigkeit reduziert

Vor dem Umbau schaltete der Brenner teilweise alle 30 Minuten für etwa 15 Minuten ein, damit der Dampfdruck im Heisswassersystem gehalten werden konnte. Übliche Kesselsteuerungen schalten den Brenner ein, wenn die Kesseltemperatur unter den definierten Schaltspunkt sinkt. Bei Swiss

Steel schalten die Brenner ein, wenn nicht genügend Abwärme aus dem Abhitzekessel vorhanden ist. Dies führt dazu, dass der Brenner in der Übergangszeit in Herbst und Frühling trotz Wärmebedarf der Fernheizgruppen häufig während Tagen nicht einschaltet – eine massive Reduktion der Einschalthäufigkeit und der damit verbundenen Verluste ist das Resultat.

### Kesselsicherheit nach SIL

Für Grosswasserraumkessel gilt in Europa und in der Schweiz die Norm EN 12953. Für die Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel wurde beim Umbau die Norm EN 12953-6: 2011 verwendet. Diese besagt: «Für jede Begrenzungseinrichtungsfunktion müssen eine Gefährdungsanalyse durchgeführt und angemessene Stufen der funktionalen Sicherheit (SIL) eingerichtet werden.» Der durch die Risikoanalyse festgelegte Sicherheits-Integritäts-Level beträgt für bestimmte Begrenzungsfunktionen bis SIL3. Diese SIL-Stufe muss von der ganzen Sicherheitskette vom Sensor über die SPS-Eingangsmodule, der CPU bis zur Brennersteuerung erfüllt sein. Als Resultat ergibt sich eine Betriebsweise, die es dem Betreiber erlaubt, die Kesselanlage mit einer maximalen Betriebsdauer von 72 h ohne manuellen Eingriff zu betreiben («BOSB 72»). Die Begrenzeinrichtungen sind redundant sowie gegenseitig überwachend ausgeführt.



Neues Speichermanagement steuert die Brennerleistung: Je nach Ladezustand des Speichers erhöht oder reduziert die Steuerung die Heizkesselleistung.

### Datenaustausch über Ethernet

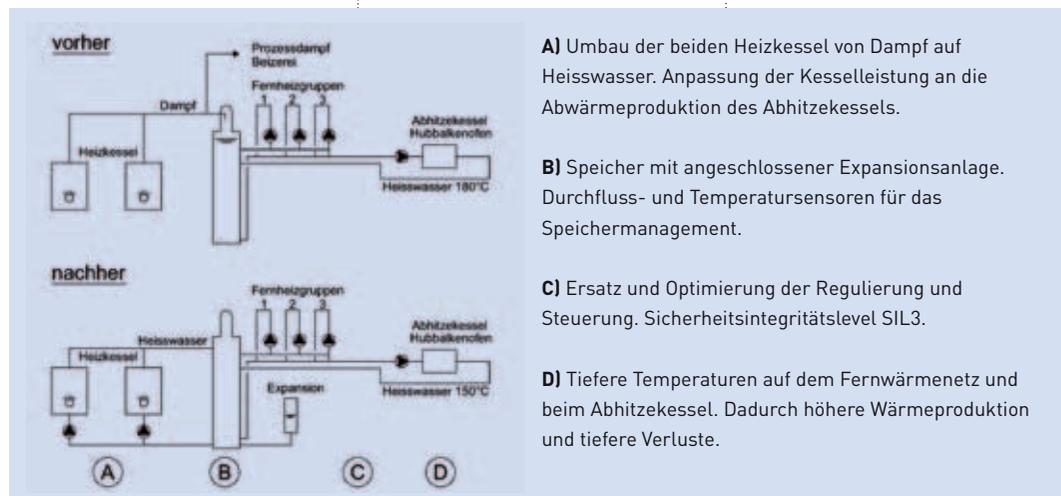
Sicherheitsrelevante Signale werden heute häufig über Hardwarekontakte übertragen und mit Sicherheitsrelais ausgewertet. Um den Hardware- und Verdrahtungsaufwand zu verringern, wurden anstelle von Hardware- und Relaiskontakten Sicherheits-SPS eingesetzt. Diese drei fehlersicheren SPS der beiden Kesselsteuerungen und des Speichermanagements kommunizieren über das bestehende Ethernet-Netzwerk von Swiss Steel. Der Einsatz des Profisafe-Protokolls gewährleistet die fehlersichere Kommunikation zwischen den CPUs mit dem geforderten Sicherheitsintegritätslevel SIL3.

### Weniger Kontrollen nötig

Die Betreiber von Heisswasserkesseln müssen die Sicherheit der Kessel im Rahmen von Funktionskontrollen regelmässig überprüfen. Bei bisherigen Kesselschutzsystemen ist der Betreiber verpflichtet, diese Funktionsprüfungen je

nach Gestaltung des Systems alle paar Tage durchzuführen. Die neue Norm EN 12953-6 erlaubt es nun, in Anwendung der EN 61511, die Gestaltung des Sicherheitssystems und die Intervalle aufeinander abzustimmen. So hat Swiss Steel erreicht, dass die Funktionskontrollen nicht mehr alle paar Tage, sondern nur noch alle sechs Monate durchgeführt werden müssen. Die Heizwerkführer erhalten detaillierte und verständliche Anweisungen für die Prüfungen. Die Funktionsprüfungen werden echt ausgeführt, zum Beispiel durch das Erwärmen der Temperatursensoren. Auch redundante, sich gegenseitig überwachende Sensoren können einfach überprüft werden. Während der Inbetriebsetzung sowie vor und nach der Abnahme durch den SVTI wurde das Bedienpersonal geschult und an der neuen Anlage ausgebildet. 

Markus Dolder, Ingenieurbüro Dolder  
Lukas Bärtschi, Prola AG



**A)** Umbau der beiden Heizkessel von Dampf auf Heisswasser. Anpassung der Kesselleistung an die Abwärmeproduktion des Abhitzekessels.

**B)** Speicher mit angeschlossener Expansionsanlage. Durchfluss- und Temperatursensoren für das Speichermanagement.

**C)** Ersatz und Optimierung der Regulierung und Steuerung. Sicherheitsintegritätslevel SIL3.

**D)** Tiefere Temperaturen auf dem Fernwärmenetz und beim Abhitzekessel. Dadurch höhere Wärmeproduktion und tiefere Verluste.