

# Heizen durch Blechumformung

## Energieventile unterstützen Wärmerückgewinnung



Viele Industriebetriebe und Produktionsprozesse geben Wärme an die Umgebung ab, ohne diese zu nutzen. Nicht nur in Zeiten steigender Energiepreise rückt das Thema Wärmerückgewinnung in den Fokus. Unternehmen können dadurch z.B. den Energieverbrauch für Heizung und Kühlung verringern und gleichzeitig Schadstoffemissionen reduzieren. Die zurückgewonnene Wärmeenergie dorthin zu transportieren, wo sie sinnvoll genutzt werden kann, erfordert einerseits eine komplexe Ist-Analyse sowie Planung durch Fachleute und andererseits den Einsatz der auf die Anwendung angepassten Komponenten.

**Christa Weil**  
 Fachjournalistin, Trebur

### Umfassende Blech- und Metallverarbeitung

Seit über einem Vierteljahrhundert behauptet sich die Hagl GmbH (Bilder 1 und 2) in Gültersdorf/Attenkirchen erfolgreich auf dem Markt. Dabei ist man stets bereit, ganz eigene Wege zu gehen. Diese Einstellung betrifft nicht nur den Innovationsgeist und die hochmodernen Produktionsmethoden, wenn es um die Blech- und Metallverarbeitung geht. Auch beim Einsatz alternativer Energien und der Verbesserung der Energieeffizienz zeigt das Unternehmen mit ca. 130 Mitarbeitern Mut zu Neuem. Bereits 1999 wurde eine Brunnenanlage mit Wärmepumpe auf dem Firmengelände in Betrieb genommen und die Warmwassererzeugung durch eine in die Bodenplatte eingegossene Verdampferstrecke realisiert. Um das Raumklima in den Produktionshallen für die Mitarbeiter zu verbessern, wurde eine selbstkonzipierte

Wandheizung zum Heizen und Kühlen gebaut – damals alles noch ohne Automatisierung im reinen Handbetrieb. Das inzwischen auch eine Photovoltaikanlage auf dem Dach zur Energiegewinnung genutzt wird, ist nicht verwunderlich, sondern für das Unternehmen selbstverständlich.

### Heizen durch die Abwärme der Pressen

Das neueste Projekt bei Hagl zum Thema Energie ist die Wärmerückgewinnung an den Pressenanlagen zum Heizen der Gebäude. Das Projekt wird durch KfW- und Bafa-Förderungen unterstützt und ist mit weiteren Unterprojekten, wie z.B. der Wärmerückgewinnung aus der Druckluftanlage zur Warmwassererzeugung, gekoppelt. Fachliche Unterstützung bei der Umsetzung des Projekts erhielt die Fa. Hagl durch die IB Vogt GmbH, Freising, die die TGA-Planung übernommen hat, die Holsten Systems GmbH, Garching, die für die Planung und Programmierung der kompletten Automatisierungstechnik zuständig war, und die Firma MSR Crew aus Haag a.d. Amper, die sich um deren Realisierung gekümmert hat. Der Aufbau der Rohrleitungsanlagen erfolgte durch die Fa. Baier GmbH aus Osterhofen.

Zu Beginn des Projekts standen auf dem Gelände zwei Hallen (Halle 1 und 2), Halle 3 wurde gerade neu gebaut. Die Hallen 1 und 2 wurden damals mit vorhandenen Wärmepumpen unabhängig voneinander beheizt. Die ältere Wärmepumpe von Halle 1 wurde im Zuge des Projekts Wärmerückgewinnung stillgelegt und die Heizkreisverteiler der drei Hallen über eine Fernleitung miteinander verbunden. Über diese Fernleitung wird nun auf Anforderung Wärme dorthin geliefert, wo sie gebraucht wird. Alle Hallen haben eine Betonkernaktivierung, die neben der

Die Hagl GmbH nutzt alternative Energien, um das Raumklima für die Mitarbeiter in den Produktionshallen zu verbessern.



Foto: Hagl GmbH

Pressen für die Blech- und Metallverarbeitung



Foto: Belimo

Temperierung der Hallen nun auch die Funktion der Speicherung thermischer Energie übernimmt.

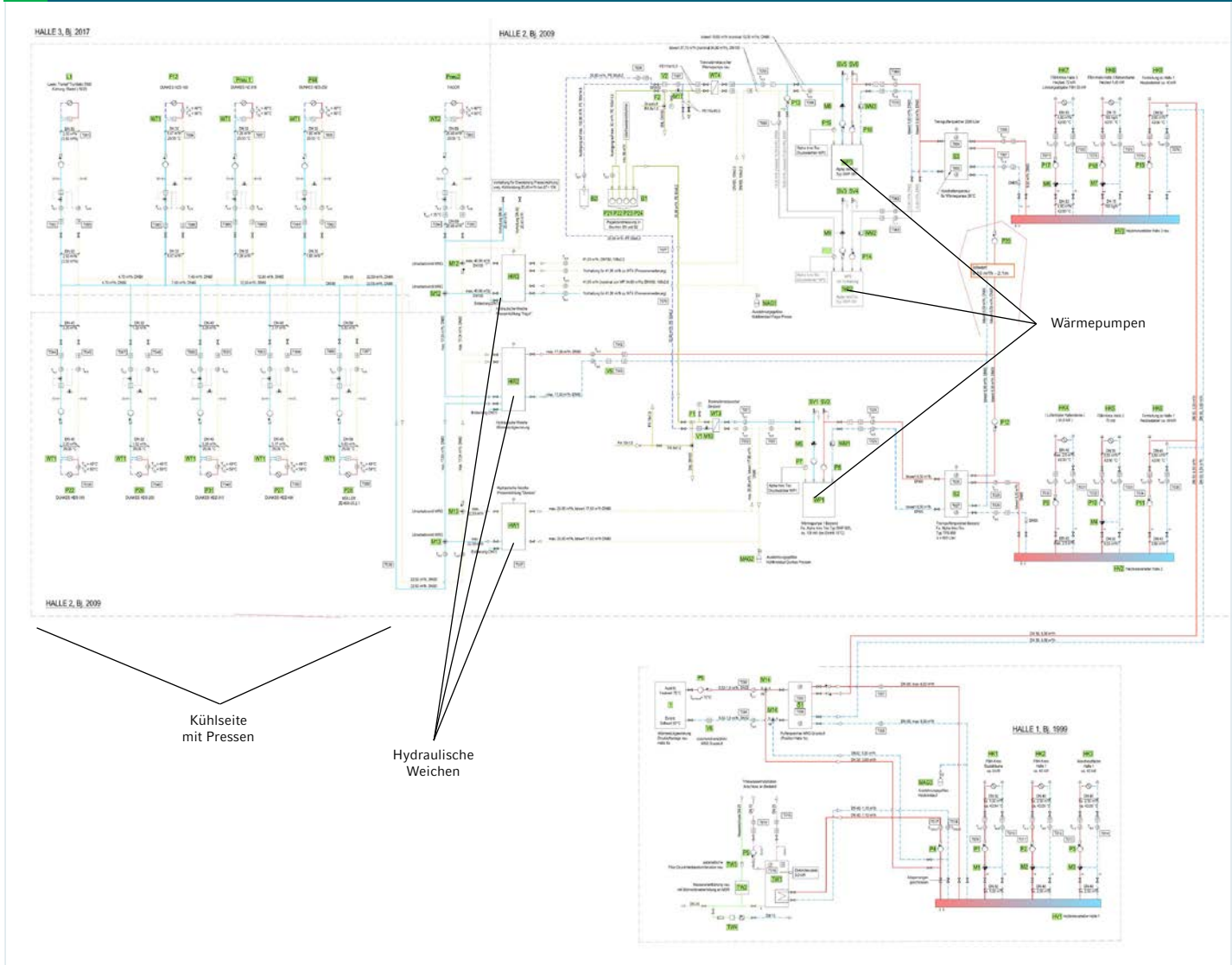
Der prinzipielle Aufbau der Kühl- und Heiz-Infrastruktur (Bild 3) sieht nun folgendermaßen aus: Auf der einen Seite (Bild 3 links) befinden sich die Kühlseite samt der Pressen. Die elektrische Anschlussleistung der Pressen liegt momentan bei mehr als 1.300 kW und kann noch erweitert werden. Die erforderliche Kühlleistung bei einer theoretischen Vollauslastung der Maschinen beträgt 480 kW. Hier schließen sich drei hydraulische Weichen an (Bild 3 Mitte), die die Kühlseite von der Heizseite trennen. Ebenfalls in der Mitte befindet sich die Grundwasser-Brunnenanlage mit einer Tiefe von 45 m und einem Ausbaudurchmesser von 800 mm. Die Brunnenanlage ist mit drei Unterwasserpumpen für Kühl-/Heizzwecke (Förderleistung ca. 63 m<sup>3</sup>/h) und einer Löschwasserpumpe bestückt. Die Förderleistung ist noch ausbaufähig. Auf der rechten Seite (Bild 3 rechts) ist die Wärmeerzeugungsseite mit zwei Wärmepumpen (zusammen 180 kW), eine dritte ist anlagentechnisch vorgesehen und kann bei Bedarf ergänzt werden. Zwischen den Wärmepumpen und den eigentlichen Heizkreisen (Bild 4) sind

zwei Trennpufferspeicher (800l bzw. 2.000l) untergebracht.

Durch die Stilllegung der alten Wärmepumpe in Halle 1 fiel auch die dort untergebrachte Warmwasserbereitung aus. Diese benötigt ein relativ hohes Temperaturniveau, das allerdings schlecht für die

Effizienz der Wärmepumpen ist. Die neue Wärmerückgewinnung durch die Pressen liefert die notwendigen hohen Temperaturen ebenfalls nicht. Daher wurde eine neue Warmwasserbereitung mittels Wärmeauskopplung aus einer Druckluftanlage, einem Schrau-

3 Übersicht Heiz- und Kühlinfrastruktur





Heizkreisverteiler mit Pufferspeicher

benverdichtet, installiert und so konfiguriert, dass sie einen Festwertaustritt von 75 °C liefert. Da diese Wärme aber nicht kontinuierlich geliefert wird, sondern nur, wenn eine Druckluftabnahme stattfindet, wurde ein Pufferspeicher mit 2.000 l installiert, so dass diese Wärme für die Warmwasserbereitung permanent zur Verfügung steht. Da der Warmwasserverbrauch nicht sehr hoch ist, kann die Abwärme der Druckluftanlage rund um die Uhr auch ins Heizsystem eingespeist werden.

Die Heizlasten der drei Produktionshallen sind sehr unterschiedlich. Denn sie wurden im Abstand von ca. neun bis zehn Jahren mit unterschiedlichen Konzepten gebaut. Halle 1 ist die älteste (Baujahr 1999) und umfasst 1.050 m<sup>2</sup>, die Heizlast beträgt geschätzt 90 kW. Halle 2 mit 900 m<sup>2</sup> wurde 2009 gebaut (Heizlast 70 kW) und Halle 3 mit 1.300 m<sup>2</sup> aus dem Jahr 2017 hat eine Heizlast von 73 kW.

Zur Wärmerückgewinnung stehen drei Optionen zur Verfügung: durch den Grundwasser-Brunnen gespeiste Wärmepumpen, durch Pressenkühlwasser gespeiste Wärmepumpen (niedriges Temperaturniveau, wenige Pressen im Betrieb) und die Nutzung des Pressenkühlwassers (höheres Temperaturniveau, mehr Pressen im Betrieb) direkt eingeleitet in die Betonkerne.

**Wärmerückgewinnung an den Hydraulikpressen**

Die Wärme, die nun durch Wärmerückgewinnung an den Pressen genutzt werden kann,

entsteht in der Pressenhydraulik. Jede der inzwischen in dieses Projekt eingebundenen Pressen hat einen Hydraulikölkreislauf, dessen Hydrauliköl gekühlt werden muss, um die Funktionsfähigkeit der Presse zu gewährleisten. Die Öltemperatur sollte in der Regel zwischen 40 und 50 °C liegen. An diesen Hydraulikölkreislauf wird ein Hydrauliköl-Wärmetauscher angekoppelt. Ursprünglich war geplant an dieser Stelle ein normales Drei-Wege-Mischventil einzusetzen. Damit alleine wäre es nicht möglich, auch die Volumenströme, Vor- und Rücklauftemperaturen sowie den Energiegewinn an den einzelnen Pressen zu erfassen. Doch das ist in diesem System der Wärmerückgewinnung notwendig, um eine optimale Regelung und Steuerung hinsichtlich der Energieeffizienz zu erreichen.

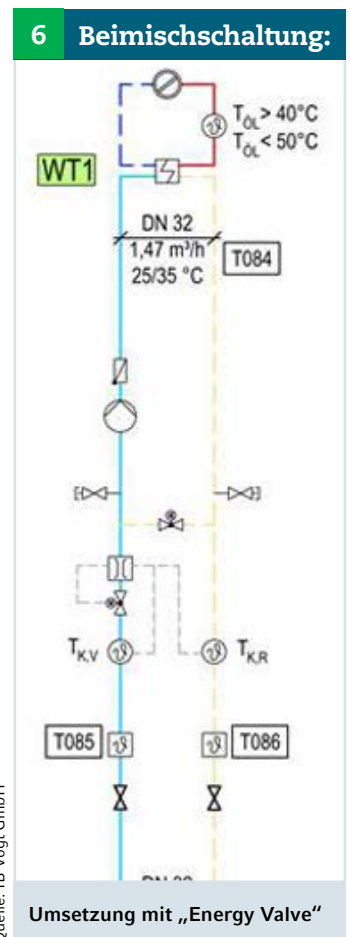
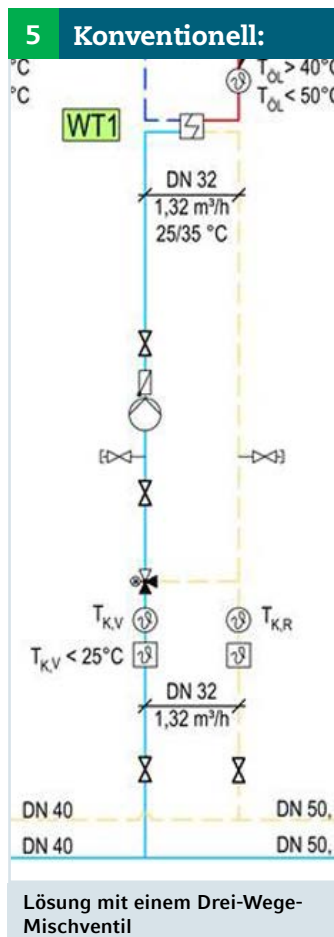
Hier kam „Energy Valve“ von Belimo ins Spiel. Das aus einem 2-Weg-Regelkugelhahn, Volumenstrommessung, Temperatursensoren und Antrieb mit integrierter Logik bestehende Energieventil vereint fünf Funktionen in einer montagefreundlichen Einheit: Volumenstrommessung, druckunabhängige Regelung, automatischer hydraulischer Abgleich, luftblasendichte Schließung und Monitoring. Damit macht das Energieventil den Energiefluss transparent. Es misst permanent den Volumenstrom und dadurch besteht die Möglichkeit der direkten Leistungsregelung, unabhängig von Differenzdruck und Wassertemperatur bzw.

Foto: Belimo

der Leistungsberechnung. Wenn die Vor- und Rücklauftemperaturen ( $\Delta T$ ) und der Volumenstrom bekannt sind, kann die Leistungsabgabe berechnet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Ventile ist der „MP-Bus“, das von Belimo entwickelte Busprotokoll, mit dem die Ventile und die Pressen angesprochen werden können. Dadurch reduziert sich der Verkabelungsaufwand erheblich.

Im Unterschied zur konventionellen Lösung mit einem 3-Wege-Mischventil (Bild 5), werden beim Einsatz des „Energy Valve“ die beiden Pfade A zu AB und B zu AB durch zwei Ventile ersetzt. Bei dieser Beimischschaltung (Bild 6) ist die Seite des Hydraulikölkreislaufs mengenkonstant (immer gleiche Wassermengen), nur die Wärme, die hier entzogen wird, ist variabel.

Genau hier ist das Energieventil an jeder Presse eingebaut (Bild 7). Es bleiben die Volumenströme, also die Wassermenge im Wärmetauscher, in jedem Lastfall gleich. Über die im Ventil integrierten Temperatursensoren werden die Vor- und Rücklauftemperaturen erfasst und damit die Leistung sowie der Energiegewinn berechnet. So kann die Energie jeder einzelnen Presse, die durch Wärmerückgewinnung in die Gebäude fließt, dokumentiert werden. Alle anfallenden Daten (Betriebsdauer, Temperaturen, Volumenströme etc.) werden im SCADA-System permanent mitgeschrieben. Durch eine Veränderung des Sollwerts der Kühltemperatur an den Pressen kann dann auch eine weitere Optimierung hinsichtlich der Wärmerückgewinnung und damit der Energieeffizienz stattfinden. Das zweite Ventil im Bypass der Beimischschaltung ist ein normaler Regelkugelhahn



Quelle: IB Vogt GmbH

Quelle: IB Vogt GmbH

von Belimo, der ebenfalls per MP-Bus angesprochen und invers zum Energieventil angesteuert wird. Öffnet das Energieventil, schließt das Bypass-Ventil und umgekehrt.

Eine Gegenüberstellung der Kosten beim Einsatz der konventionellen Lösung (3-Wege-Mischventil) und dem „Energy Valve“ zeigte sehr schnell, dass die anfallenden Mehrkosten durch das Energieventil durch den deutlich höheren Nutzen wettgemacht wurden. Der Einsatz weiterer Belimo-Komponenten wie Sensoren, welche über MP-Bus-Antriebe eingebunden sind, Umschaltventile in den Heizkreisen oder einer Drosselklappe am Brunnenzulauf usw. ermöglicht eine einwandfreie Kommunikation mit der übergeordneten Leittechnik. Außerdem hat Hagl nur einen Ansprechpartner, was die Feldgeräte betrifft und es entstehen keine Minder Mengen- und Versandkosten.

### Sommerbetrieb und Winterbetrieb

Im Sommer, wenn die Gebäude nicht geheizt werden müssen, steht momentan noch kein adäquater Verbraucher für die durch die Pressen anfallende Wärme zur Verfügung. Daher wird das erwärmte Kühlwasser von den Pressen einfach über eine hydraulische Weiche und einen Trennwärmetauscher in den Grundwasser-Brunnen geleitet und heruntergekühlt. Im Sommer ist es vor allem wichtig, die Raumtemperaturen in den Produktionshallen zu senken, um optimale Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter zu schaffen. Die früher häufig aufgetretene Überhitzung der Hallen wird durch dieses Vorgehen reduziert.

Im Winter, wenn geheizt wird, ist mit einem durchdachten Regelungskonzept festgelegt, wann welcher Wärmeerzeuger zum Zuge kommt. Der Heizbetrieb wird von der Steuerung eingeschaltet, wenn die Außentemperaturen an drei Tagen hintereinander einen vorgegebenen Wert, z.B. 17 °C, unterschreiten. Nun wird automatisch der Heizbedarf ermittelt und der jeweils passende Wärmeerzeuger, je nach gewünschter Solltemperatur, aktiviert und die Wärme in die Betonkerne der Gebäude geleitet. Reicht die durch die Wärmerückgewinnung erzeugte Energie für

die gewünschte Solltemperatur aus, wird das erwärmte Wasser über die mittlere hydraulische Weiche direkt über zwei Pumpen in die Trennpufferspeicher der Wärmepumpenanlage geleitet und die Wärmepumpen sind gesperrt. Erst, wenn zu wenig oder keine Wärme von den Pressen zur Verfügung steht, und der eingestellte Sollwert trotz voll geöffneter Ventile zu lange unterschritten wird, wird auf die hydraulischen Weichen der Wärmepumpen umgeschaltet.

Steht keine Wärme durch den Betrieb der Presse zu Verfügung, wird die notwendige Wärmeenergie aus der Brunnenanlage über die Wärmepumpen in die Gebäude geliefert und so die gewünschte Heizwassertemperatur bereitgestellt. Sobald die Pressenleistung wieder über 25 kW steigt, schaltet sich der Wärmerückgewinnungsmodus wieder ein und die Abwärme der Pressen wird direkt genutzt. Reicht die Abwärme der Pressen doch nicht aus, wird das Temperaturniveau des Pressenkühlwassers über die Wärmepumpe erhöht. Reicht auch das nicht aus, schaltet die Steuerung wieder auf die Brunnenanlage um.

### Komplexe Steuerung und Regelung

Dieses komplexe Heiz-/Kühlkonzept wird durch eine ausgeklügelte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ermöglicht, die in vier Schaltschränken an zentraler Stelle bei den Verteilern in den Hallen 2 und 3 untergebracht ist. Hier wurde besonders darauf geachtet, dass die Kabelwege der Hauptanlagentechnik kurz sind. Die Kühltechnik an den Pressen ist, wie bereits erwähnt, über den MP-Bus angebunden, so dass sich der Verkabelungsaufwand in Grenzen hält. Zusätzlich gibt es noch separate Steuerschränke an der Fagor-Presse und in der Brunnenanlage. Die längste Verkabelungsstrecke beträgt 250 m. Die Kommunikation erfolgt per OPC



Foto: Belimo

**Wärmerückgewinnung:** An jeder Presse sind ein Energieventil und ein normaler Regelkugelhahn im Einsatz.

## 8 Anlagensvisualisierungsansicht

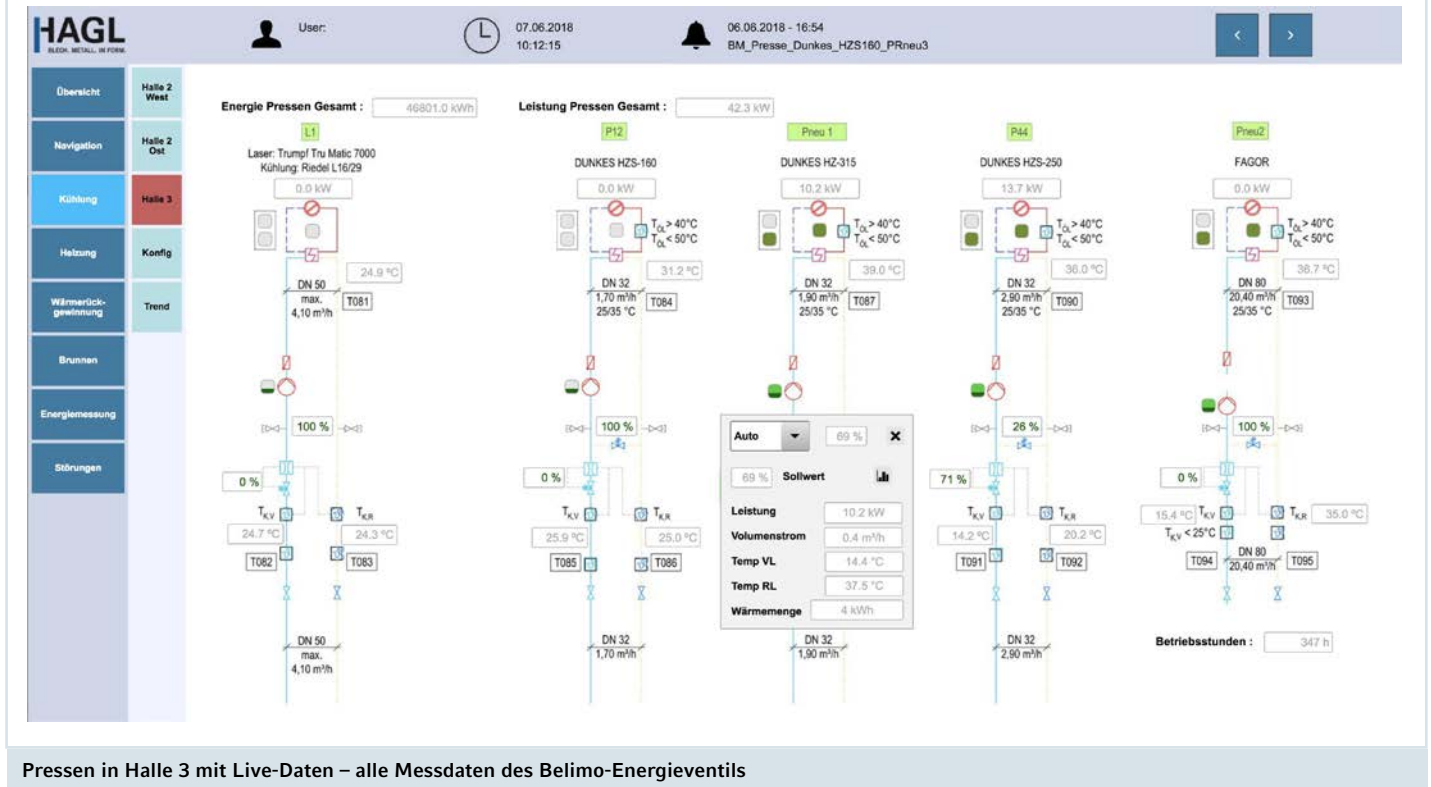


Bild: Holsten Systems GmbH

UA – „Open Platform Communications Unified Architecture“, dem Industrie-4.0-Standard. Das in den Schaltschränken eingesetzte I/O-System „750“ von Wago ermöglicht die Anbindung von MP-Bus über ein Modul sowie OPC UA und stellt damit alle Schnittstellen bereit, die in der Gebäudetechnik gebraucht werden. Als Automatisierungssoftware wird „e!COCK-PIT“ von Wago eingesetzt. Diese Software hat den Vorteil, dass objektorientiert programmiert werden kann, was die Zuordnung der Feldgeräte bei der Anbindung des Gebäudeleitsystems über OPC UA sehr erleichtert. Auch die Visualisierung jedes Objekts kann dann mit allen Parametern direkt angezeigt werden, z.B. Vor- und Rücklauftemperatur, Volumenstrom, Gesamtvolumen, Wärmemenge, Leistung, Sollwerte, Istwerte usw.

Tritt im System eine Störung auf, gibt es mehrere Signalarten für den Alarm: LED am Schaltschrank, Alarmliste auf dem Touchpanel am Schaltschrank, automatisch Generierung einer E-Mail mit genauen Angaben

zur Störung. Diese E-Mail geht an einen definierten Verteiler. Diese Funktion wird auch für die vorgeschriebenen monatlichen Meldungen über die aktuellen Brunnen-Daten an das Wasserwirtschaftsamt genutzt. Immer am Ersten des Monats werden automatisch zwei Messungen ausgelöst, die die Entnahmemenge, Vor- und Rücklauftemperatur und die Pegelstände bei Betrieb und Ruhe erfassen. Die Daten werden automatisch per E-Mail an den zuständigen Hagl-Mitarbeiter schickt, der die Werte dann an das Wasserwirtschaftsamt melden kann.

Darüber hinaus werden permanent alle relevanten Werte aus der Anlage im eingesetzten SCADA-System aufgezeichnet. Das System ist webbasiert, so dass berechnete Personen nicht nur über das Touchpanel am Schaltschrank, sondern auch über ihren Büro-PC oder per Smartphone (VPN-Verbindung) jederzeit Zugriff auf die Systemvisualisierung (Bild 8) haben und sehen können, was gerade vorgeht, oder eine Fernwartung vornehmen können.

### Erste Heizsaison gut gelaufen

Die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten hat sehr gut funktioniert. Die MP-Bus-Technologie von Belimo war zwar für alle neu, konnte aber durch die tatkräftige Unterstützung der Belimo-Mitarbeiter bereits in der Planungsphase gut umgesetzt werden. So wurde z.B. die nun ausgeführte Beimischschaltung zusammen konzipiert, dass mit den Energieventilen ein größtmöglicher Nutzen realisiert werden konnte. Auch bei der Inbetriebnahme standen die Belimo-Mitarbeiter hilfreich zur Seite.

Die Heizsaison 2017/2018 war der Startschuss für die neue Anlage. Seit Ende Oktober 2017 läuft auch die Trendaufzeichnung, die u.a. alle relevanten Temperaturen und Volumenströme erfasst. Erste Zahlen liegen bereits vor: Bis Ende April 2018 wurden ca. 35.000 kWh aus dem Kühlsystem ausgekoppelt (Tendenz zunehmend) – bei teils eingeschränktem Betrieb durch noch laufende Umbauarbeiten. Die Laufzeit der Wärmeerzeuger hat sich entsprechend reduziert. Es kam zu keinen unplanmäßigen Hallentemperaturen und die Heizlast konnte durch zwei Wärmepumpen und die Wärmerückgewinnung voll gedeckt werden. Zukünftig werden neu hinzukommende Pressen und andere Maschinen (z.B. Laserschneidanlage), die durch ihre Kühlung eine Wärmerückgewinnung zulassen, in das Projekt eingebunden und energetisch genutzt.

Die für Hagl wichtige Frage der Amortisation der Gesamtanlage lässt sich aufgrund der Anlagenvariabilität, der einzelnen Insellösungen und Anlagenverknüpfungen nicht gänzlich betrachten. Was sich sagen lässt: **Die Amortisation der einzelnen Maßnahmen liegt zwischen zwei und fünf Jahren.** Und mit der Umsetzung der zuvor erstellten Energiestudie wurden zudem prinzipielle Mechanismen/Werkzeuge geschaffen, um die Energieströme des Unternehmens darzustellen (Heizung, Kühlung, Elektro, Druckluft). Mit diesen Werkzeugen können, langfristig gesehen, Auswertungen und Optimierungen erkannt und realisiert werden.