DIE TEILLAST BEHERRSCHEN

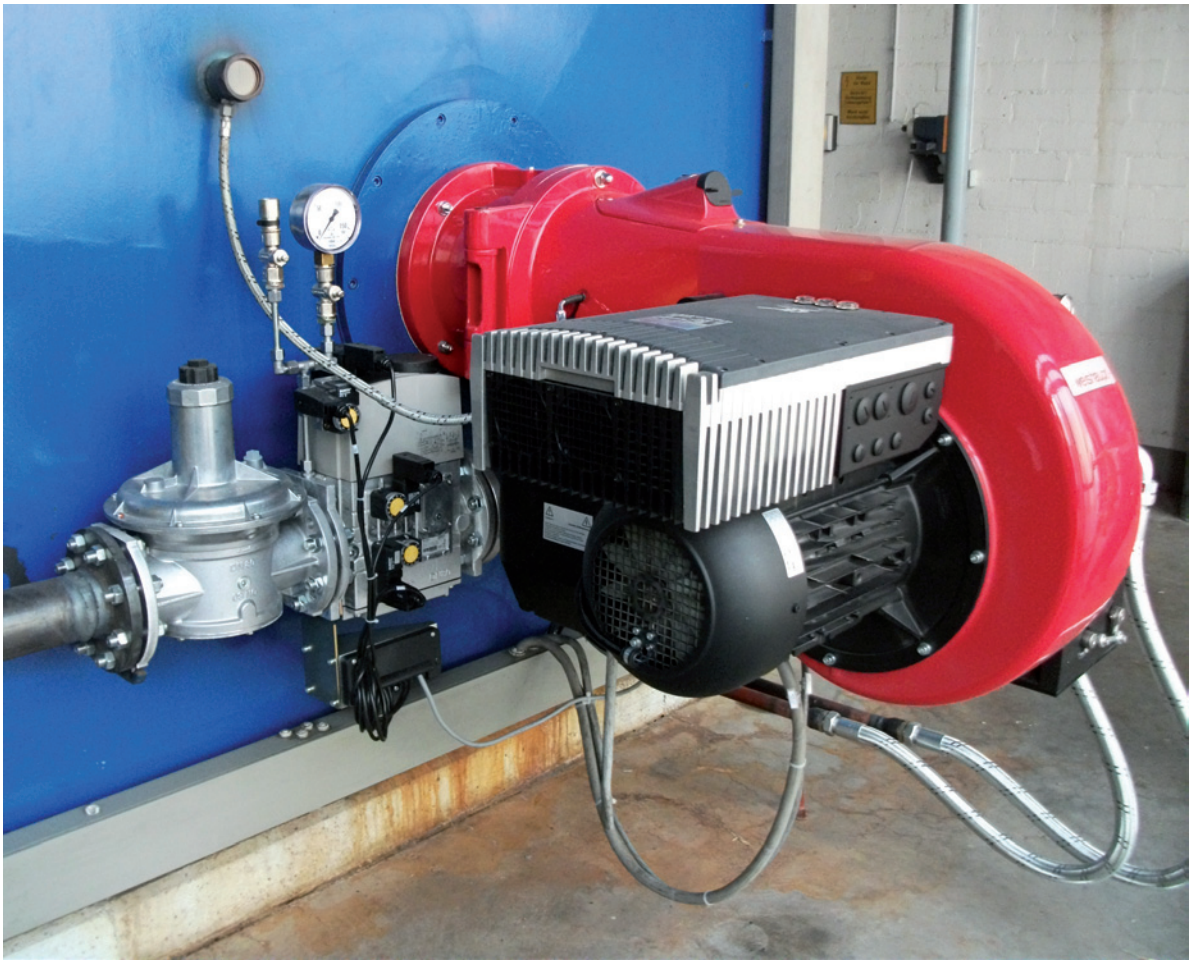
Mangelnde Regelbarkeit bei der Energie- und Medienversorgung und schlechte Bedarfsanpassung erhöhen die Energiekosten. Nachdem dieses altbekannte Problem im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung bei der Löwenbrauerei Hall erkannt war, wurde es durch Anwendung zeitgemäßer Technik beseitigt.

Kesselanlage und Wärmeverteilung

Die Wärmeversorgung besteht aus einem einzelnen Heißwasserkessel mit einer Wärmeleistung von 2,7 MW. Der Gasbrenner aus dem Jahr 1987 hatte einen Regelbereich von ca. 1 zu 2,8 und konnte Leistungen unter 1.000 kW daher nicht ohne Takten abdecken. Bei Betrieb der Abfüllung ohne parallelen Sudhausbetrieb konnte der Brenner damit schon nicht durchlaufen. Eine veraltete Brennersteuerung tat ihr Übriges zu diesem schlechten Regelverhalten. Die enorme Schalthäufigkeit des Brenners war im Betrieb sofort ersichtlich.

Hier wurde durch eine Messung der Netztemperaturen und -durchsätze nachgewiesen, dass dieser Mangel zu sehr starken Schwankungen in der Vor- und Rücklauftemperatur führt, die sich ungünstig auf die Wärmeverbraucher und auch auf den Kesselkörper selbst auswirken.

Neben einer starken thermischen Wechselbeanspruchung des Kesselkörpers führt das Taktverhalten des Brenners auch zu erhöhten Verlusten durch das häufige Vorlüften des Brenners und ungünstige Feuerungswirkungsgrade durch die ständigen Lastwechsel und einen insgesamt zu hohen Luftüberschuss.



Neuer Kombibrenner mit Drehzahlregelung

Der Austausch des Brenners mit Kesselsteuerung erfolgte durch die Fa. Weishaupt. Dadurch konnte die Mindestlast des Brenners auf 450 kW abgesenkt und damit die Schalthäufigkeit während der Produktion extrem vermindert werden. Gleichzeitig wurden eine O2-Regelung zur Minimierung des Luftüberschusses und ein FU-geregeltes Brennergebläse realisiert und damit der Stand der Technik voll umgesetzt. Alleine die O2-Regelung reduziert die Abgasverluste im vorliegenden Fall um ca. 1,8 %, da der O2-Gehalt im Abgas von 6,7 auf 2,5 % gesenkt wird. Durch die Druckreserven des neuen Brenners wird es auch möglich, den Kessel später mit einem Economiser zur Ladung eines Energiespeichers nachzurüsten, was mit dem alten Brenner ebenfalls nicht möglich gewesen wäre.

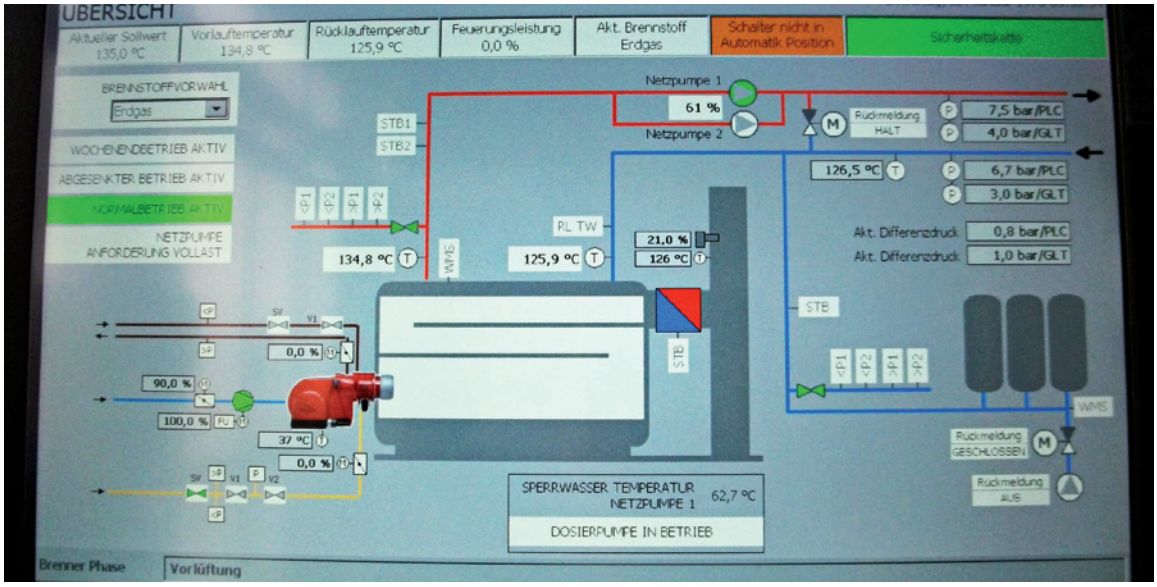
Ein wesentlicher Punkt der Modernisierung und Effizienzverbesserung besteht in der Möglichkeit, mit der neuen Steuerung gestufte und an den Bedarf angepasste Vorlauftemperaturen zu fahren. Eine Analyse der temperaturabhängigen Netzverluste ergab, dass durch eine Absenkung auf das jeweils nötige Minimum erhebliche Potenziale erschlossen werden. Durch eine Zeitsteuerung oder eine Rückmeldung der betroffenen Anlagen kann die Vorlauftemperatur außerhalb der Heizphasen im Sudhaus schon um ca. 25 K auf 110 °C abgesenkt werden. Nachts und am Wochenende kann eine zweite noch niedrigere Absenkstufe von 98 °C vorgewählt werden. Durch die intelligente Anlagensteuerung können auch parametrierbare Rampen zum bedarfsgerechten Hochfahren auf die oberen Sollwerte vorgegeben werden.

Schon kurz nach der Inbetriebnahme zeigte sich am Wochenende eine ganz erhebliche Reduzierung des Gasbedarfs um ca. 30 %. Diese resultiert aus den verminderten Verlusten des Kessels und des Netzes. Das Einsparpotenzial der Kesselhausmodernisierung liegt bei rund 270 MWh/a Gas und etwa 6.000 kWh/a Strom.

Optimierung der Kälteversorgung

Wie häufig in komplett neu gebauten Brauereien zu beobachten, wurde in den 1980er-Jahren auch die Kälteversorgung mit großen Leistungsreserven konzipiert, die letztlich eine Überkapazität und mangelnde Regelbarkeit der Anlage mit sich brachte.

Die Anlage arbeitet überwiegend mit Direktverdampfung im Pumpenbetrieb. Daneben existiert nur noch ein Glykolkreislauf mit geringer Leistung zur Mineralwasserkühlung. Deutliche Schwankungen der Verdampfungstemperatur wirken sich durch die Direktverdampfung u.a. unmittelbar auf die Kühlflächen der ZKT aus. Die Anlage wurde mit einer Nennkälteleistung von gut 400 kW gebaut, die aber dank der günstigen Betriebsweise der Hauptverbraucher und dem sehr geringen Anteil von Raumkühlung nie benötigt werden. Einer der 4 baugleichen Grasso Verdichter wurde deshalb bereits vor längerer Zeit außer Betrieb genommen.



Visualisierung der Brennersteuerung

Wäre die volle Kälteleistung der Anlage mit 4 ungeregelten Kolbenverdichtern à 101 kW benötigt worden, dann wäre der theoretisch vorhandene Regelbereich von 1 zu 4 bzw. 25 % Minimallast vertretbar gewesen. Tatsächlich kommt die Anlage aber auch in der Spitze mit 2 Verdichtern aus, sodass letztlich nur 50 % oder 100 % Leistung bzw. zwei Stufen gefahren werden konnten. Dies führte zwangsläufig zu starken Schwankungen der Betriebstemperaturen, häufigen Taktzyklen, Problemen mit Eisbildung in den ZKT und einem zu hohen Energiebedarf.

Kälteanlage der Brauerei

Da das Saugvolumen der Verdichter ohne Regelbarkeit der Drehzahl oder Zylinderabschaltung nahezu konstant ist, kann bei schwankendem Kältebedarf keine annähernd konstante Verdampfungstemperatur erwartet werden. Vielmehr sinkt diese so weit ab, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der sinkenden Kälteleistung und dem tatsächlichen Kältebedarf einstellt, solange nicht ein Grenzwertschalter anspricht und den oder die Verdichter abschaltet. Folglich arbeitet die Kälteanlage häufig mit wesentlich niedrigeren Verdampfungstemperaturen, als es für die Verbraucher notwendig wäre und der Strombedarf steigt, da sich das Druckverhältnis erhöht und der COP verschlechtert.

Leider war hier wie in vielen Fällen keine kontinuierliche Erfassung der Betriebstemperaturen mittels Druckaufnehmer und Datenlogger oder SPS vorhanden, sodass die tatsächliche Schwankungsbreite der Betriebstemperaturen gar nicht bekannt war.

Um die Anlage im ersten Schritt nicht grundlegend umbauen zu müssen, werden die Verdichter mit einer Zylinderabschaltung nachgerüstet, wodurch sich der Regelbereich sofort verdoppelt. Eine Drehzahlregelung durch FU war wegen der durch Riemenscheiben bereits stark abgesenkten Verdichterdrehzahl nicht mehr sinnvoll möglich. Stattdessen hätte einer der Verdichter durch einen kleineren, mit geringerem Hubvolumen und einem Drehzahlband von 650–1.450 1/Min ersetzt werden müssen. Wegen des guten Erhaltungszustandes der langsam laufenden Bestandsmaschinen wurde diese Option aber nicht weiterverfolgt.

Im Zuge der Modernisierung wurde auch der erneuerungsbedürftige Verdunstungskondensator ersetzt und mit einer Optimierungsfunktion der Kondensationstemperatur nachgerüstet. Dabei wird mit einer Messung der Außenlufttemperatur und -feuchte zunächst die aktuelle Feuchtkugeltemperatur der Luft berechnet und daraus ein Sollwert für die an der Anlage gewünschte Kondensationstemperatur gebildet. Dieser Sollwert wird dann über die Drehzahl der Lüfter am Kondensator einzuhalten versucht. Bei der Auswahl des neuen Kondensators wurden verschiedene Alternativen hinsichtlich Leistung und Baureihen verglichen und dann die langfristig energetisch günstigste ausgewählt. Mithilfe eines leicht überdimensionierten Rohrbündels im Kondensator konnte eine geringere Lüfterleistung gewählt werden und so ein insgesamt geringerer Strombedarf, bezogen auf die Kondensationsleistung, erreicht werden. Dabei zeigt sich wiederum, dass bei langlebigen Investitionen mit starkem Einfluss auf den Energiebedarf eine Betrachtung und der Vergleich mehrerer Alternativen bzw. Sonderlösungen ein gut investierter Mehraufwand sind.

Zudem wurde empfohlen, die Anlage mit einem Enthitzer zur Wärmerückgewinnung nachzurüsten, da die Anlage in der Heißgasleitung bereits mit Stutzen und Absperrventilen für diese Option ausgerüstet war und damit ein Einbau im laufenden Betrieb möglich ist. Für eine sinnvolle Einbindung in das Warmwassersystem müssen allerdings zunächst eine Bilanzierung durchgeführt und bauliche Anpassungen vorgenommen werden.

Die Anlagensteuerung war wegen neuer Sicherheitsrichtlinien und fehlender Ersatzteile für analoge Schaltverstärker ohnehin zum Ersatz angestanden, daher konnte die neue Steuerung nach dem Stand der Technik mit einer SPS und Visualisierung ausgerüstet werden, die die neuen Anlagenfunktionen integriert und gleichzeitig eine Kopplung an die zentrale Betriebsdatenerfassung erlaubt.

Durch die vorgestellten Maßnahmen wird eine Stromeinsparung von ca. 30.000–40.000 kWh/a erwartet.

Photovoltaikanlage mit 330 W Modulen

Weitere Effizienzmaßnahmen

Hohe Potenziale waren auch im Bereich Druckluftversorgung vorhanden. Hier wurden 5 alte Verdichter gegen eine Kombination aus einem drehzahlgeregelten Schraubenverdichter und einem Multi-Scroll-Verdichter mit übergeordneter Steuerung ersetzt. Da die Einsparung gegenüber der ineffizienten Altanlage bei deutlich über 35 % lag, konnte die Maßnahme im Rahmen einer sog. systemischen Optimierung durch das BAFA mit 30 % gefördert werden.

Zusätzlich wurde die alte Hallenbeleuchtung vollständig gegen moderne LED-Leuchten mit integrierten Bewegungssensoren ersetzt, die ebenfalls in dem o.a. Förderantrag enthalten war. Schließlich wurde auch noch eine Heißwasserumwälzpumpe im Rahmen einer Förderung ersetzt. Alleine diese Maßnahmen hatten beim Strombedarf ein Potenzial von über 200 MWh/a.

Details über die beschriebenen Maßnahmen wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht.

Als i-Tüpfelchen nahm die Brauerei im Juli 2014 noch eine Photovoltaikanlage mit knapp 100 kWp in Betrieb, die ca. 8 % des Strombedarfs decken wird. Durch eine sorgfältige Abstimmung der Leistung auf den Lastgang der Brauerei kann sichergestellt werden, dass kaum eine Netzrückspeisung stattfindet und damit fast nur Fremdstrom eingespart wird. Dies konnte durch eine Simulationsrechnung im Vorfeld gut abgestimmt und so eine optimale Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

Durch die Summe der beschriebenen Maßnahmen werden voraussichtlich folgende Energieeinsparungen erreicht:

- 270 MWh/a Gas
- 244 MWh/a Strom
- Zusätzlich ca. 90 MWh/a Fremdstromeinsparung durch die PV-Anlage

Die resultierende CO_2-Einsparung beträgt rund 210 t/a und ist für eine mittelständische Brauerei sehr beachtlich. Die Brauereiführung hat erkannt, dass eine konsequente Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen die erwünschten Erfolge liefert und Voraussetzung für langfristig verträgliche Energiekosten ist.

Autor:
Dipl. Brm. Franz Stolz,
FS Industrielle Energieberatung
Sperlweg 1, 84559 Kraiburg/Inn
T +49 8638 887627
stolz@fs-enertec.de, www.fs-enertec.de

SCHLAGWÖRTER/SUCHBEGRIFFE

- Energieeffizienz
- Förderung
- Heisswasseranlage
- Kälteanlage
- Maschinenzentrale
- Wärmerückgewinnung
- Energieoptimierung
- Planung