



jurra8/fotolia.com

Die Entwicklung der Energie- und Betriebskosten steht bei Vereinen selten im Mittelpunkt. Das Deutsche TischtennisZentrum Düsseldorf geht allerdings einen anderen Weg.

22 Heizanlage in einem Trainingszentrum

BHKW macht Sportstätte leistungsfähig

Es ist noch nicht die Regel: In einer Sporthalle haben die öffentlichen Auftraggeber bewusst in eine umfangreiche TGA investiert. Ob sich das Sanierungspaket bewährt, muss sich in den kommenden Jahren zeigen. Erste Messprotokolle bestätigen die Erwartungen. | [Bernd Genath](#)

Wirklich innovativ waren die einzelnen heizungstechnischen Komponenten im sanierten Deutschen Tischtennis-Zentrum Düsseldorf (DTTZ) nicht. Zeitlich gesehen liegt das Stadium der Innovation bei den Bauteilen schon einige Jahre zurück: Brennwert- und Block-Heizkraftwerk(BHKW)-Anlagen sind heute Stand der Technik und auch das Mehrwegemischer-Prinzip verbreitet sich. Was die Installation im DTTZ trotzdem zu etwas Besonderem macht, sind der Einsatzort der musterhaften Wärmeversorgung, eine heizungstechnische „Stiefkind“-Sportstätte, die verschaltungstechnische Intelligenz der Gerätekombination und ihre dokumentierte Effektivität.

Die öffentlichen Auftraggeber investierten bewusst in eine TGA, die beispielgebend für ähnliche Einrichtungen sein könnte. Vorbildliches Muster kann das Sanierungspaket erst sein, wenn es sich bewährt. Die ersten Ergebnisse sprechen aber bereits dafür, das geht aus den aufschlussreichen Messprotokollen hervor.

Effizientere Strukturen

2006 siedelte der Deutsche Tischtennisbund DTTB von Heidelberg nach Düsseldorf um. Die Anlage und die Möglichkeiten auf dem Gelände der Borussia boten den Verantwortlichen effizientere Strukturen zur Förderung künftiger Generationen.

Die Dauerhaftigkeit einer Top-Platzierung hängt in Teilen auch von der durchgehenden Nutzung und Nutzbarkeit der Einrichtung ab, von ihrer Attraktivität. Die Beteiligten waren sich deshalb darüber im Klaren, dass Folgekosten auf sie zukommen werden. Allein die jährlichen Betriebsausgaben Technik schätzten die Planer 2006 bei der Übergabe der Trainings- und Wettkampfstätte an den DTTB auf 200.000 Euro. Ein Grund für diesen relativ hohen Posten lag in der Verzahnung von Alt mit Neu. Der realisierte Entwurf mit der Integration des Bundesstützpunktes in die Liegenschaften des Grafenberger Vereins musste in Bezug auf die Energieversorgung – was allgemein für Erneuerungen gilt – soweit wie möglich auf vor-

handene Installationen zurückgreifen. Mehr als 5 Mio. Euro für Bauten und Technik standen nicht zur Verfügung.

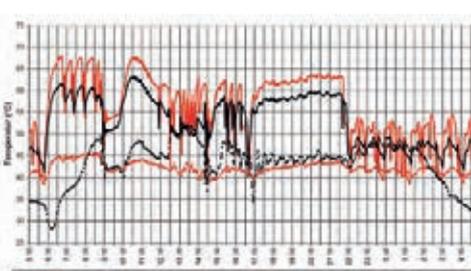
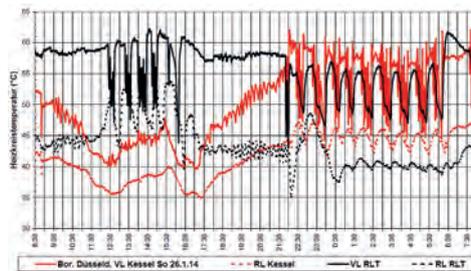
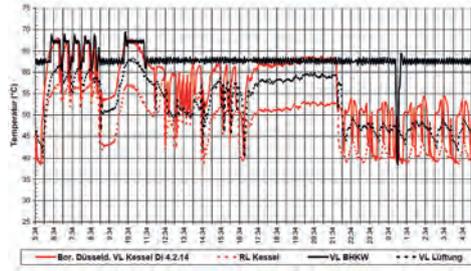
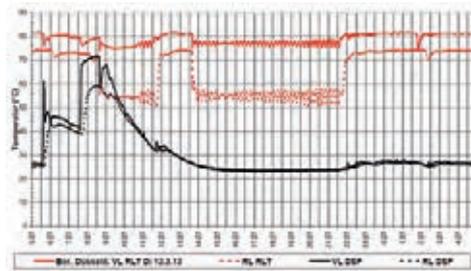
Der Baukomplex stammt aus dem Jahr 1994, damals durch einen holländischen Generalunternehmer errichtet. Der hatte seinen Subunternehmer Heizungstechnik – Gas atmosphärisch – aus den Niederlanden mitgebracht. Beide, der GU und der Anlagenbauer, zogen sich jedoch nach der Errichtung zurück, ein Düsseldorfer Unternehmen übernahm die Haustechnik, die in der Folgezeit viel Arbeit verursachte. An der Altanlage traten relativ rasch Mängel auf, angefangen bei der Regelung bis hin zu Defekten in der Einrohrheizung, etwa an den Ventilen. Von denen hatten die Stränge reichlich: 240 Stück. Reparaturen und Teilsanierungen standen an. Irgendwann kam auch noch eine Lüftungsanlage für die große Halle hinzu. Der Kessel schaffte es nicht mehr, die Gebäude komfortabel zu temperieren, auch wenn er 24 Stunden durchlief. Die zusätzlich aufgelasteten 120 kW für die Lüftung gingen über seine Leistungsreserve hinaus. Ihm, dem Wärmeerzeuger, blieb vorerst nichts anderes übrig, als einen Mangel zu verteilen.

Dieser Mangel trat durch die zunehmende Popularität des Tischtennis mehr und mehr zu Tage: feuchtnasser Hallendunst statt „vorhandorientierte“ Raumluftkonditionen. Vorhandorientiert bedeutet: Der federleichte Ball ist mit seinen 2,7 Gramm gegen Wind und Zug sehr anfällig, sodass ihn beinahe jeder Hauch von der Seite aus der gewünschten Richtung bläst. Weniger bekannt ist dagegen der erhebliche Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Bahnkurve. Die Profis spielen mit Topspin. Diese spezielle Schlagtechnik versetzt den Ball in eine Rotation, die seine Richtung nach dem Abprall von der Platte schwer berechenbar macht. Je höher die Reibung zwischen Ball und Schläger, desto höher der Drall. Feuchtigkeit dagegen schwächt das Ergebnis. Sie überzieht den Noppenbelag des Schlägers regelrecht mit einem Schmierfilm. Der Ball erhält keinen Spin, er wird für den Gegner kalkulierbar. Die Altanlage war nun so aufgebaut: Die Deckenstrahlplatten liefen im Prinzip in Kombination mit einem hohen Außenluftanteil. Die Zuluft strömte unentfeuchtet unter der Decke an die Register heran, die erhitzen sie und drückten sie nach unten. Dadurch erhöhte sich besonders an schwülen und regnerischen Tagen die relative Luftfeuchte in der Halle.

2009 sanierte man deshalb die Lüftungsanlage zu einer Klimaanlage, verschloss der Frischluft den Weg über die Deckenstrahler – die mit Heizwasser durchflossenen Platten wurden allerdings beibehalten – und lenkte sie stattdessen über eine ordentliche Entfeuchtungsstufe als eine der ersten Umrüstungsmaßnahmen. Diese Nachbesserung gewährleistete zumindest wieder einen vernünftigen Spielbetrieb.

Grenzen für den atmosphärischen Gaskessel

Mit dieser und anderen Ausweitungen kam auch der atmosphärische Gaskessel an seine Grenzen. Der konnte die Immobilie in der Heizperiode ohnehin nur noch mit maximal 40 °C Vorlauftemperatur versorgen. 2013 beschlossen die Verantwortlichen deshalb, die TGA kom-



Alle Abbildungen: HG Baunach

Abb. 1: Temperaturverläufe vor und nach der Sanierung.

plett zu sanieren: unter anderem mit einem Gas-Brennwertkessel, dem auf Anraten des Umweltamtes der Stadt Düsseldorf ein Klein-BHKW zur Seite steht.

Die Behörde der Landeshauptstadt bietet Sportvereinen eine Beratung zu energieeffizienten Installationen an. Das hat seine Ursache darin, dass Energieeffizienz in manchen clubeigenen Liegenschaften nicht unbedingt vordere Priorität hat. Die Entwicklung der Energie- und Betriebskosten wird in vielen Vereinen argwöhnisch beobachtet, angesichts der heterogenen Mitgliederinteressen gehören sie aber nach wie vor zu selten zu den Schwerpunktthemen. In erster Linie ist eine funktionierende Wärmeversorgung erwünscht, nicht eine sparsame. Die öffentliche Hand als finanzierende oder bezuschussende Instanz hingegen sieht in Elektrizität und Heizung in erster Linie den Kostenfaktor.

Das beauftragte Ingenieurbüro begann zunächst mit



Abb. 2: Mischer-Installation für fünf Heizkreise plus einen unregelmäßigem Hochtemperaturkreis (Lüftung, rechts). Die geregelten Heizkreise bedienen unter anderem die Deckenstrahlplatten (große Halle) und die Radiatorsysteme (Hotel, kleine Halle, Umkleidekabine).



Abb. 3: Der Kesselkreis läuft über zwei Umschaltventile (mit orangefarbenen Stellmotoren).

einer Verbrauchsanalyse. Als der thermische und der elektrische Bedarf sichtbar wurden, drängte sich ein BHKW förmlich auf: Allein in dem an die Halle angrenzenden Internat-Hotel mit 16 Zimmern fließt 2- bis 3-mal am Tag nach jedem Training Duschwasser und das über 300 Tage im Jahr. Wenn kein Lehrgang ansteht, werden die Hotelzimmer auch von Ausstellern und Besuchern der Düsseldorfer Messen genutzt. Elektrischer Bedarf für Beleuchtung, für Pumpen, für Geräte, besteht ohnehin das ganze Jahr. Ingenieur Martin Halbrügge zeichnete die Lastprofile auf und errechnete bei Einbau eines BHKWs eine enorme Kostenersparnis, da der Komplex den eigenproduzierten Strom 8.000 Stunden und mehr im Jahr selbst verbrauchen würde oder könnte. Der Wärmebedarf unterliegt in einem Sportzentrum mit Hotel erheblichen Schwankungen.

Erneuerung der Wärmeverteilung

Zum BHKW und Kessel gehört ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher, um die Effizienz zu optimieren. Der Umbau sah vor, die teilweise marode Wärmeverteilung zu erneuern. Einige Mischer und Ventile funktionierten nicht mehr, und die Pumpen fielen in die Kategorie „Energiefresser“. Allerdings platzte bereits die Technikzentrale aus den Nähten. Einen zusätzlichen Anbau gab das Gelände nicht her. Die Beteiligten mussten deshalb auf eine Kompaktanlage mit mäßigem Speichervolumen von 1.500 l für das gesamte Sport- und Hotelgelände zurückgreifen und einige technische Besonderheiten realisieren, um nicht bei der Wirtschaftlichkeit größere Abstriche hinnehmen zu müssen.

Die Integrierung eines Mehrwegemischers ermöglichte es, mit einem relativ kleinen Speicher auszukommen: indem die Regelarmatur eine deutlich stabilere Schichtung und die Exergie schonende Be- und Entladung vornimmt. Im Ergebnis läuft die Mischer-Installation für fünf Heizkreise plus einen unregelmäßigem Hochtemperaturkreis. Die per Mehrwegemischer geregelten Heizkreise bedienen unter

anderem die Deckenstrahlplatten (große Halle) und die Radiatorsysteme (Hotel, kleine Halle, Umkleidekabine). Bei Bedarf schickt der Mischer warmes Rücklaufwasser nicht in den Speicher zurück, sondern direkt in solche Heizkreise, denen diese Vorlauftemperatur genügt. Er entlastet damit die Vorratbehälter. Die Rücklauftemperatur aus den Deckenstrahlplatten zum Beispiel liegt irgendwo zwischen 45 und 50 °C. Dieses Niveau reicht für bestimmte Niedertemperaturkreise als Vorlauf völlig aus. Kombiniert wurden zwei Techniken, die Zweizonen-Entladung, bei der, wenn es für einige Abnehmer ausreicht, zuerst das warme Wasser aus der Mitte genommen wird und abkühlt, bevor mit der Rücklaufnutzung auf das wertvolle heiße Wasser der oberen Pufferzone zugegriffen wird. Die Stränge des Hochtemperaturkreises stellen ihren Rücklauf den mittleren Anschlüssen als Vorlauf zur Verfügung. Legionellenprophylaxe und hygienische Trinkwasserversorgung standen bei der Sanierung und Modernisierung ebenfalls auf der Agenda. Nicht ganz leicht taten sich dabei die Ingenieure mit der Antwort auf die Frage nach der Abdeckung der Bedarfsspitzen. Ein Trainingszentrum plus Hotel passt nicht in die üblichen Dimensionierungsregeln für Speicher. Der Anlagenbauer und das Büro Halbrügge implementierten deshalb zunächst zur Verbrauchsanalyse Warmwasserzähler.

Heizungs-Pufferspeicher mit integrierter Warmwasserbereitung

Im Prinzip handelt es sich um einen Heizungs-Pufferspeicher mit integrierter Warmwasserbereitung im Durchflussbetrieb. Oben, in der heißen Zone des Speichers, hängt ein Wellstahlrohr (also eines mit großer Oberfläche) koaxial in einem Mantelrohr. Damit bildet diese Einheit einen Gegenstromwärmetauscher: Kaltwasser fließt im Edelstahlwellrohr nach oben, und Heizungswasser von der heißesten Stelle des Speichers nach unten, um sich ausgekühlt (ca. 15 °C) am tiefsten Punkt einzulagern. Dies geschieht vorwiegend ohne Elektroenergie. Nur bei Spitzenzapfungen oder bei geringen Speichertempera-

turen schaltet sich automatisch – in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz und der Strömungsgeschwindigkeit – eine Ladepumpe modulierend und den Durchfluss erhöhend ein („Turbolader“), um die Schlange mit ihren ca. 40 l Inhalt rasch auf Temperatur zu bringen.

Mangels ausreichender Verweilzeit und aufgrund der hohen Temperaturen gedeihen Legionellen nicht in diesem Milieu. Selbstverständlich muss trotzdem eine Zirkulations-Desinfektion der Anbindeleitungen sichergestellt sein. Dafür sorgt Heizenergie sparend ein zusätzlicher kleiner Hochtemperatur-Wärmetauscher im Behälter in Form einer integrierten Zirkulationslanze im Wellrohr. Keimarmut im gesamten System ist auf diese Weise angestrebt. Davon überzeugt sich regelmäßig das Gesundheitsamt – nicht nur nach der neuen Trinkwasserverordnung. Öffentliche Gebäude, Sportstätten, Schwimmbäder, Schulen, Kindergärten standen schon immer im Turnus unter Kontrolle. Zur Technik sei noch gesagt, dass der Rücklauf der Zirkulation mit knapp 60 °C in die heiße Zone des Puffers einmündet und so die Schichtung stabilisiert.

Fazit

Ausgangspunkt: Die Betriebsdaten der Heizanlage im DTT Borussia Düsseldorf wurden vor und nach der Sanierung protokolliert, um den Sanierungs- und Modernisierungserfolg nachvollziehen zu können. Es fanden folgende Aufzeichnungen statt:

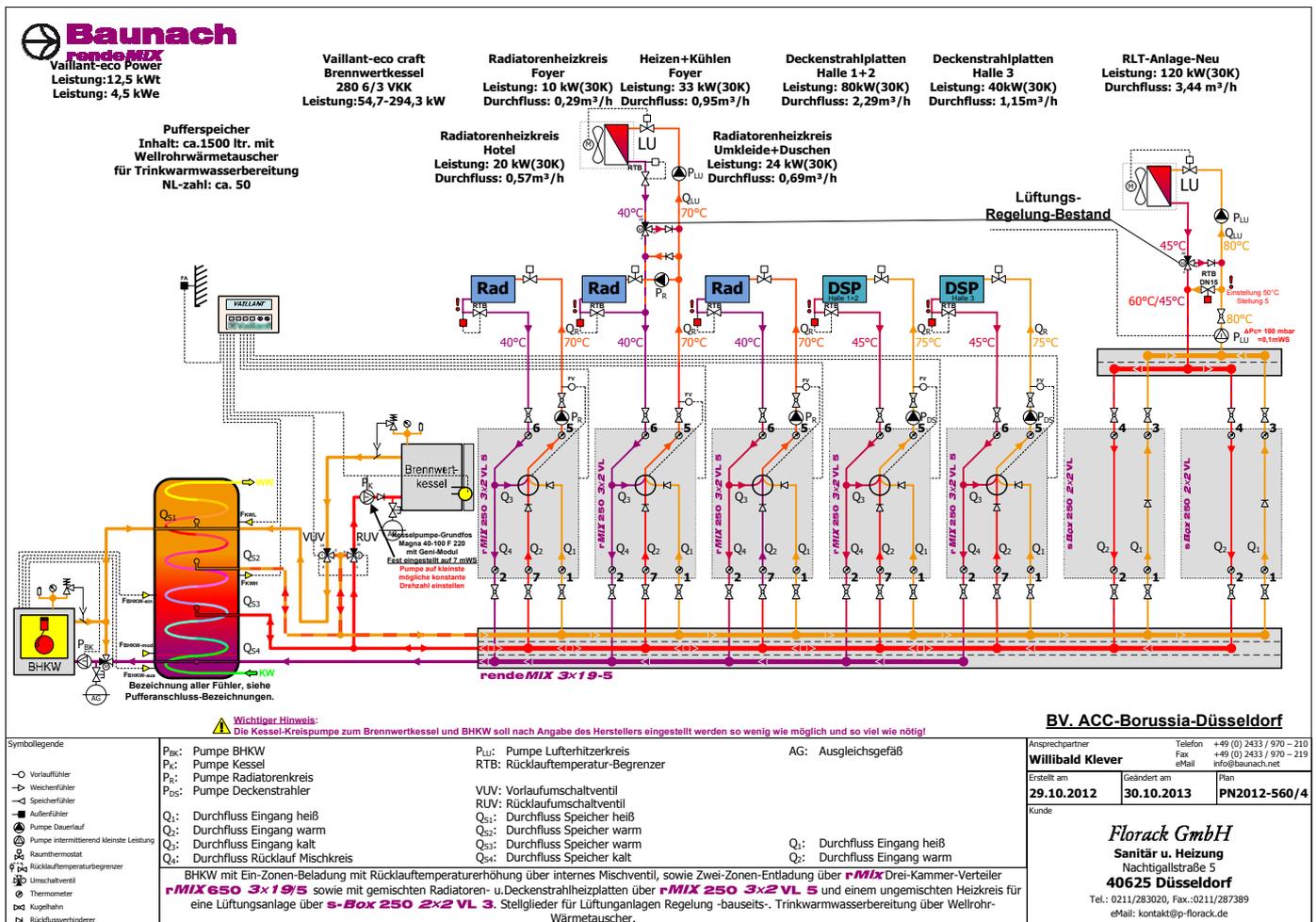
März 2013

- Wasserverbräuche nach Einbau von Wasseruhren in die Zuläufe zum Warmwasserspeicher
- Heizkreistemperaturen
- Kesseltemperatur

August 2013

- Erfassung des Betriebsverhaltens des BHKW Januar-Februar 2014
- Betriebstemperaturen von Brennwertkessel und Blockheizkraftwerk
- Rücklauftemperaturen aller Heizkreise sowie der Lüftung separat

Außerdem wurden die Zähler ab der Inbetriebnahme regelmäßig abgelesen.



Beurteilung der Altanlage: Die Aufzeichnungen belegen, dass der Wärmeerzeuger nicht mehr bedarfsorientiert geregelt wurde, sondern über den Kesselthermostat 24 h am Tag die maximale Betriebstemperatur fuhr. Die Vorlauftemperaturen der Heizkreise waren entsprechend der Nutzungszeiten angepasst, aber die Spreizungen waren eher gering.

Die Lüftung war unterversorgt. Mittels der eingebauten Wasserzähler konnten die Warmwasserverbräuche ermittelt und auch Anhaltswerte bezüglich der Stoßbelastung erhalten werden. Aus den Gaszählerablesungen ließen sich Aussagen zur benötigten Heizlast ableiten.

Die Betriebsoptimierung unmittelbar nach Inbetriebnahme: Durch Beobachtung des Betriebsverhaltens konnten folgende Punkte direkt nach der Inbetriebnahme schnell verbessert werden:

Schaltverhalten des BHKWs

Durch Beobachtung des Ein- und Ausschaltverhaltens des BHKWs konnte die Positionierung der entsprechenden Fühler am Puffer optimiert werden. Das BHKW soll stets als Priorität die Wärmeerzeugung übernehmen und gleichzeitig möglichst lange laufen, damit auch ein hoher Eigenstromdeckungsanteil erreicht wird. Über die Positionierung der Fühler kann auf das Schaltverhalten Einfluss genommen werden, die Positionierung hängt vom Zusammenspiel der Pufferkapazität mit der Wärmeabnahme der Heizkreise und der Warmwasserbereitung ab.

Temperaturspreizung Lüftungs-Heizkreise: Die speziellen hydraulischen Bedingungen im Lüftungsheizkreis haben zunächst unkontrolliert hohe Rücklauftemperaturen beschert, dies konnte durch nachträglichen Einbau von Rücklauftemperaturbegrenzern korrigiert werden.

Temperaturverläufe nach der Erstopimierung: Die Aufzeichnungen knapp ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme der modernisierten Anlage zeigen deutlich technische Verbesserungen.

➤ **Betriebsverhalten Wärmeerzeuger:** Das BHKW läuft nahezu 24 h am Tag durch. Der Brennwertkessel schaltet sich nur bei Bedarf zu, wenn am Verteiler die notwendigen Vorlauftemperaturen nicht mehr erreicht werden. Durch den Puffer hat der Kessel genügend Zeit, in Betrieb zu gehen, und er reduziert seine Leistung auch wieder, wenn die Vorlauftemperaturen erreicht werden. Während das BHKW grundsätzlich auf einem hohen Temperaturniveau die Wärme erzeugt, fährt der Brennwertkessel nur die jeweils benötigte maximale Vorlauftemperatur, was die Brennwertnutzung begünstigt.

➤ **Übernahme von Heizlast durch das BHKW:** Anhand der



BERND GENATH

➤ Dipl.-Ing.; freier Journalist, Düsseldorf

Temperaturverläufe zeigte sich, wie der Puffer zu einer Verlagerung der Heizlast auf das BHKW beiträgt. Es gelingt, hohe Temperaturbedürfnisse der Heizkreise zeitweise aus dem Puffer zu befriedigen und damit den Brennwertkessel so wenig wie möglich in Anspruch zu nehmen.

➤ **Wärmeausnutzung der Heizkreise:** An den Temperaturniveaus insbesondere der Rücklauftemperaturen, ist erkennbar, welches Potenzial im Mischer steckt. Die vergleichsweise hohen Rücklauftemperaturen der Lüftung können in den anderen Heizkreisen, insbesondere in den Deckenstrahlplatten, der Turnhallen genutzt werden. Auf diese Weise wird Hilfsenergie reduziert, und die Wärmeerzeugung entlastet. Vor allem begünstigt die stärkere Abkühlung des Rücklaufs die Brennwertnutzung und die Schichtung im Puffer.

➤ **Warmwasserbereitung ohne Problem:** Da die Warmwasserbereitung im Puffer erfolgt und dieser permanent vom BHKW direkt versorgt wird, ist die Warmwasserlast an den Temperaturen im Puffer nicht erkennbar. Bisher ist es aber noch nicht zu einer Unterversorgung der Zapfstellen – selbst zu Stoßzeiten – gekommen.

➤ **Gasverbräuche inklusive Stromerzeugung:** Die Auswertung der Gasverbräuche am Hauptzähler zeigte, dass die Heizlast, bezogen auf 24 h pro Tag, 90 kW nicht überschritten hat. Bei Bezug auf 15 h pro Tag erhöht sich der Wert auf 140 kW. Diese Werte liegen niedriger als die der Altanlage, obwohl sie noch den Stromverbrauch beinhalten. Hier erkennt man den Effizienzgewinn der Modernisierung. Die Vorhaltung einer Reserve ist zu rechtfertigen, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass immer alle Anlagenteile optimal zusammenarbeiten und es in Extremfällen zu höheren Lasten kommen kann.

➤ **Betrieb der Heizkreise:** Die Temperaturaufzeichnungen belegen, dass vergleichsweise gute Spreizungen erreicht werden, allerdings sind hier durch die Einrohrheizung Grenzen gesetzt. Das Rücklauftemperaturniveau in Summe aller Heizkreise liegt in der Nähe des Taupunktes der Abgase, in einer weiteren Testphase soll noch einmal die tatsächlich anfallende Kondensatmenge erfasst und ausgewertet werden. Es ist auch schon daran gedacht worden, ähnlich wie in den beiden Luftheizregistern Rücklauftemperaturbegrenzer einzubauen, um die Kesselleistung zurückzunehmen, wenn die Rücklauftemperatur einen Grenzwert überschreitet. ◀

Anzeige

WWW.AUSSCHREIBEN.DE

DIE Datenbank für Ausschreibungstexte

- 660.000 kostenlose Ausschreibungstexte
- über 450 Produkthersteller

BAU 2015

C3.616



So souverän wie Sie.

Der neue Passat* und Passat Variant**.

Als Selbstständiger garantieren Sie Ihren Kunden innovative Lösungen und Ideen, Tag für Tag. Und genau dasselbe bieten wir Ihnen auch: mit dem neuen Passat. Profitieren Sie zudem von Professional Class – einem Programm mit vielen attraktiven Vorteilen, exklusiv für Selbstständige. Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrem Volkswagen Partner.

Selbstständig *er.*

Steigern Sie Ihr Potenzial.

Weitere Informationen erhalten Sie bei uns oder
unter www.volkswagen.de/selbststaendige

Professional Class
Volkswagen für Selbstständige

*Kraftstoffverbrauch des neuen Passat in l/100 km: kombiniert 5,3–4,0, CO₂-Emissionen in g/km: kombiniert 139–106. **Kraftstoffverbrauch des neuen Passat Variant in l/100 km: kombiniert 5,4–4,1, CO₂-Emissionen in g/km: kombiniert 140–107. Abbildung zeigt optionale Sonderausstattung.



Das Auto.