

Effizienter Gebäudebetrieb in „The Cube“

Aktives Energiemanagement ermöglicht signifikante Energiekostenreduktion

Der 2010 fertig gestellte Neubau der Konzernzentrale der Gruppe Deutsche Börse in Eschborn, genannt „The Cube“, wurde von Anfang an mit dem Anspruch errichtet, deutschlandweit eines der energieeffizientesten und ressourcenschonendsten Gebäude zu sein und die Vorgaben der ISO 50001 beziehungsweise 14001 zu erfüllen. Zu diesem Zweck wurden neben modernster Anlagentechnik auch ein Gebäudeautomations- sowie ein EMS-System von SAUTER installiert. Die positive Entwicklung der Verbrauchswerte seit Inbetriebnahme vor sechs Jahren zeigt deutlich, dass komplexe Anlagentechnik Zeit, Engagement und Know-how benötigt, um perfekt einreguliert zu werden.

Um den zunächst hohen Kälteverbrauch zu senken, wurden unter anderem die Sollwerte in der Kälteversorgung angepasst. Bisher ließ sich in diesem Bereich eine Reduktion der Verbrauchswerte um etwa 40 Prozent erzielen.

Bild: Deutsche Börse AG

Durch die Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen, die im Rahmen des aktiven Energiemanagements unter Leitung von KFR-Consult erarbeitet und begleitet wurden, ließ sich der Energieverbrauch bei gleichbleibend hohem Komfort deutlich reduzieren. In enger Zusammenarbeit mit dem zuständigen Facility Management, dem Unternehmen SAUTER und dem Energieberater der Deutsche Börse AG ist es mittlerweile gelungen, den Kälteverbrauch um circa 40 Prozent, den Wärmeverbrauch um 20 Prozent und den Anteil des Netzstroms auf 40 bis 50 Prozent des Gesamtverbrauchs zu reduzieren. Entscheidend dafür war die konsequente Nutzung des EMS-Systems und der Regelungstechnik. Im November 2010 zog die Deutsche Börse von ihrem bisherigen Standort in der Finanzmetropole Frankfurt am Main in den Vorort Eschborn um. Die neue Konzernzentrale, der 90 m hohe Komplex The Cube, besteht aus zwei sich gegenüberliegenden L-förmigen Hochhäusern, die auf 21 Stockwerken über insgesamt knapp 62.000 m² Bruttogeschossfläche verfügen. Für das Gebäude wurde von den Fachplanern ein maßgeschneidertes Energiekonzept auf Basis von Verbrauchs-



und Lastprofilen der bisherigen Immobilien der Börse entwickelt. Der integrale Planungsansatz, der in der Konzeptphase der Planung zwar etwas mehr Zeit in Anspruch nahm, hat sich durch einen kosten- und energieeffizienten Betrieb bereits vielfach wieder amortisiert. Der Ansatz des Energiekonzeptes ist die Deckung des ganzjährig hohen Kältebedarfs durch zwei Absorptionskältemaschinen. Da damit auch während des Sommers Wärmeenergie zu Kühlzwecken benötigt wird, bestand eine ideale Ausgangslage für den Einsatz der Kraftwärmekopplung. Die Börse ist mit den beiden installierten Blockheizkraftwerken (BHKW) in der Lage, neben einem Großteil der Wärme auch mehr als die Hälfte des eigenen Strombedarfs selbst zu erzeugen – bei insgesamt 2.700 Arbeitsplätzen ist dies eine nicht unerhebliche Menge. Auch für die Ausarbeitung der Regelung fanden etliche Besprechungen in der Konzeptphase der Planung zwischen dem zukünftigen Mieter und den Gebäudeautomationsexperten von SAUTER statt: „Dabei wurden die Regelungsstrategien im Detail besprochen und auf Kundenwünsche sowie maximale Energieeffizienz ange-

passt“, erläutert Thomas Meisegeier von SAUTER. So wurden die Wärmerückgewinnung und die Luftbefeuchter für die Zu- und Abluft schon von Beginn an mit optimierten Regelungsstrategien gesteuert.

Aktives Energiemanagement

Das Kontrollzentrum für die umfangreiche Anlagentechnik bildet die Gebäudeautomation von SAUTER mit 45.000 Datenpunkten einschließlich Energiemanagement (EMS) zur Datenerfassung von insgesamt 400 Zählern. Die gewünschte Verbrauchskontrolle wird durch die fortlaufende Auslesung der Zähler über M-Bus durch das EMS-System erreicht. Dessen Möglichkeiten – Alarmierung, Reporting und Auswertung der Verbräuche – sind Grundlage der internen Besprechungen zum Anlagenbetrieb und des Vorher-Nachher-Vergleichs umgesetzter Optimierungen. Dies geschieht im Rahmen der Energiemanagement-Meetings, die seit 2010 in einem regelmäßigen 6-wöchigen Zyklus mit allen Verantwortlichen durchgeführt und zur Definition, Abstimmung und Weiterverfolgung von Aufgaben genutzt werden. „Die Gruppe Deutsche Börse engagiert sich umfassend für den Umweltschutz. Ein wichtiger Bestandteil sind dabei auch die fortlaufenden Energiemanagement-Meetings, mit denen wir für einen optimalen Gebäudebetrieb im Cube sorgen wollen“, erklärt Thomas Schramm vom Facility Management der Deutsche Börse AG die Hintergründe dieses Vorgehens.

Eine kontinuierliche Vorgehensweise ist entscheidend für den nachhaltigen Erfolg der Optimierung. Aufgrund des komplexen Zusammenspiels der Anlagentechnik sowie des engen Wärme- und Kälteverbundes lassen sich Optimierungsmaßnahmen nicht immer auf den ersten Blick erkennen. Im Cube sind neben den beiden gasmotorischen BHKW mit jeweils 844 kWel und 842 kWth einschließlich Notkühler sowie den beiden Absorptionskältemaschinen auch ein Brennwert- und ein Niedertemperatur-Heizkessel mit insgesamt 2.336 kWth, eine zentrale Solarkollektoranlage, zwei Kompressionskältemaschinen, vier Rückkühlwerke mit Freikühlmöglichkeiten und ein großer Zortström-Wärmeverteiler, der alles miteinander verbindet, installiert. „Da die enorm hohen Anfor-

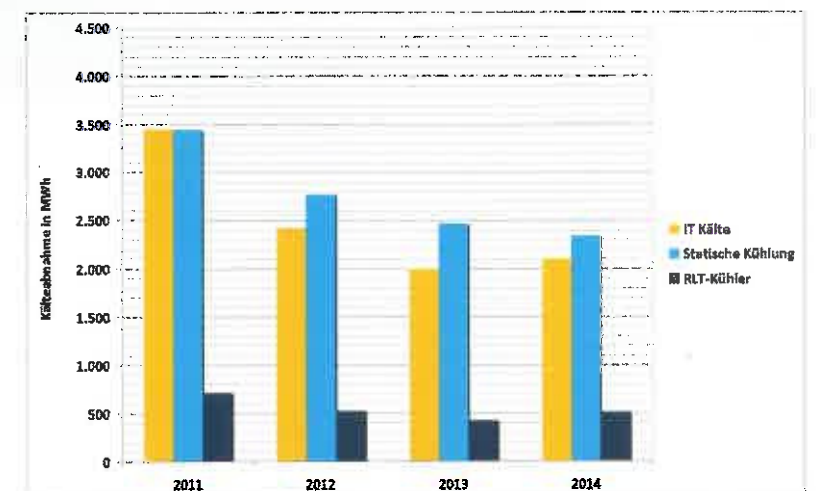


Im Gebäude sind zwei gasmotorische BHKW einschließlich Notkühler, zwei Absorptionskältemaschinen, ein Brennwert- und ein Niedertemperatur-Heizkessel, eine zentrale Solarkollektoranlage, zwei Kompressionskältemaschinen, vier Rückkühlwerke mit Freikühlmöglichkeiten und ein großer Zortström-Wärmeverteiler, der alles miteinander verbindet, installiert.

Bild: SAUTER

Im Bereich der Kühldecken ließ sich der Bezug von 2.724 MWh 2011 auf 2.195 MWh 2014 senken, bei den RLT-Anlagen im gleichen Zeitraum von 711 auf 505 MWh.

Grafik: SAUTER



derungen einer LEED-Platin-Zertifizierung erfüllt werden sollten, sind zwar viele dieser Anlagen im Vorfeld theoretisch optimiert worden. Allerdings ist dies nur bis zu einem gewissen Grad im Vorhinein möglich. Die restliche Arbeit muss im Betriebsalltag erledigt werden“, erklärt Schramm.

Herausforderungen der Einregulierung

Trotz sorgfältiger Planung hat sich die erwartete zukünftige Steigerung des IT-Kältebedarfs im Alltag der Börse

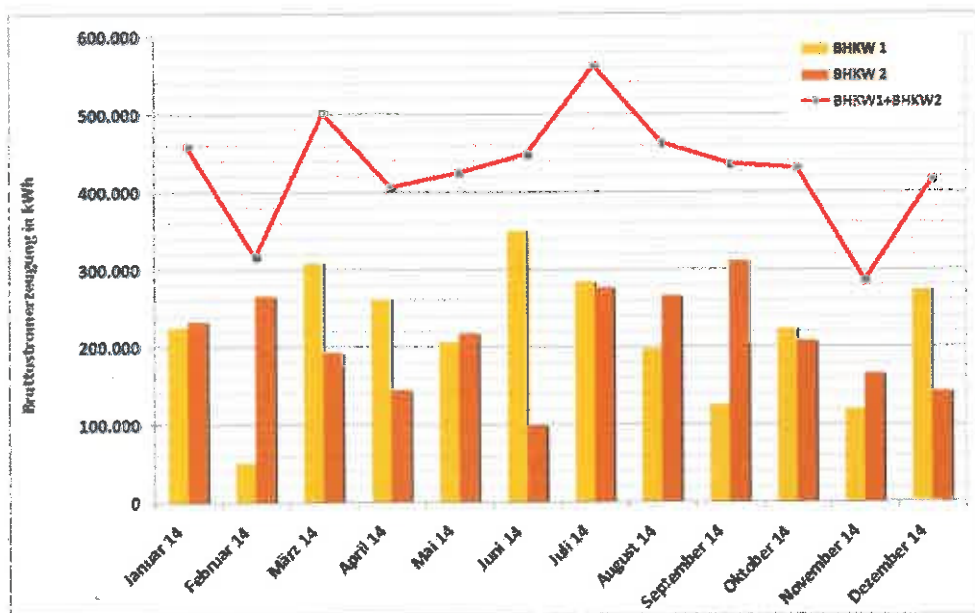
nicht bewahrt. Ein nicht unwesentlicher Grund hierfür ist die allgemeine Entwicklung der IT-Technik zu mehr Energieeffizienz, die in der Konzeptphase nicht abzuschätzen war. Dadurch sind die in der Kälteerzeugung eingesetzten Maschinen nun deutlich überdimensioniert. Die ursprünglich angedachte Regelungsstrategie führte zu einem stark taktenden und damit relativ ineffizienten Betrieb. Die vorhandenen Speichervolumina auf der Kälte- sowie der Heizungsseite stellten sich in Relation zur Größe der

Erzeugungseinheiten als zu klein heraus. Das Zeitverhalten der Systeme ist dadurch hochdynamisch. „Aus diesem Grund mussten gerade zu Beginn erhebliche regelungstechnische Schwierigkeiten überwunden werden“, so Meisegeier.

Die Gebäudeautomation und Regelung sind leistungsstark und durch die freie Programmierbarkeit äußerst flexibel. Dieser Flexibilität sind nur dann Grenzen gesetzt, wenn Maschinen und Anlagen bauseits mit einer eigenen Regelung ausgeführt sind – was



Auch die Laufzeit der beiden BHKW wurde optimiert. Aufgrund der Anpassungen konnten 2014 50 Prozent des gesamten Gebäude-Strombedarfs aus diesen Modulen gedeckt und der so produzierte Strom nahezu vollständig selbst verbraucht werden. Bild: Deutsche Börse AG



Die langen Laufzeiten der BHKW sorgen mittlerweile für eine Stromproduktion von circa 5.000 MWh/a. Grafik: SAUTER

in The Cube bei einigen Anlagen der Fall ist. Die Möglichkeiten der Gebäudeautomation sind hier auf die Erteilung der Betriebsfreigabe reduziert. Weder ein Eingriff in die Einstellungsparameter, noch eine Analyse und Optimierung des Betriebes anhand der Auswertung von Trenddaten ist möglich. Zum Abändern von Parametern ist meist der Wartungsdienst notwendig, die Einleitung eines detaillierten Optimierungsprozesses ist äußerst aufwändig und wirtschaftlich meist nicht darstellbar. Um im Bereich der Verbrauchsanalyse nicht an Grenzen zu stoßen, wurde die vorhandene Verbrauchserfassung über das EMS weiter ausgebaut. Während sich anfangs circa 55 Prozent des Stromverbrauchs detailliert zuordnen und damit analysieren ließen, ist dies nach der Installation von weiteren Zählern nun für etwa 88 Prozent möglich.

Beginn des aktiven Energiemanagements

Nach Verlauf der ersten Betriebsmonate und den ersten vorliegenden Verbrauchsdaten konnte das aktive Energiemanagement im Frühjahr 2011 beginnen. Schnell zeigte sich, dass die in der Planung abgeschätzten Verbrauchswerte in der Praxis nicht erreicht werden. Ursache dafür waren aber auch die um 150 bis 200 Prozent längeren Nutzungszeiten des Gebäudes, wie beispielsweise in Etagen, die mit klimatisierten „Händlertischen“ ausgestattet wurden, sowie veränderte Anforderungen, die einen direkten Vergleich der Verbrauchswerte verhinderten. Um den Energieverbrauch zu reduzieren, wurde zunächst mit einer ganzheitlichen Analyse aller Medien beziehungsweise Energieträger begonnen. Aufbauend auf der Verbrauchsbasis wurden von KFR-Consult anschließend Einsparmöglichkeiten erarbeitet.

Im ersten Schritt wurde die Steuermatrix der Erzeuger angepasst: „Dabei handelt es sich um einen aufwändigen und andauernden Prozess, dessen Erfolg oder Misserfolg sich erst in der Beobachtung von Betrieb und Verbrauch zeigt“, erläutert Meisegeier. Zudem wurden die Sollwerte in der Kälteversorgung – Raumsollwerte sowie Systemtemperaturen – angehoben und sichergestellt, dass sämtliche Pumpen nur nach Bedarf betrieben werden. Außerdem stellten die Ver-

antwortlichen, soweit möglich, sukzessive von konstanten auf variable Massenströme um und definierten die Systemtemperaturen so, dass ein maximaler Erzeugungswirkungsgrad erreicht werden konnte. Dies kommt auch dem Einsatz der freien Kühlung zugute, deren Deckungsanteil nun 25 Prozent an der gesamten erzeugten Kälteenergie ausmacht. Die Verbrauchswerte im Jahr 2014 bestätigen diese Vorgehensweise; die Maßnahmen führten gemeinsam zu einer Reduktion des Kälteverbrauchs um knapp 40 Prozent.

Optimierter Einsatz der BHKW

Darüber hinaus musste die Betriebsweise der beiden BHKW neu überdacht werden, da die im ursprünglichen Betrieb häufigen Starts einen hohen Verschleiß bedeuteten, der das Wartungsintervall verkürzt. Verschiedene Maßnahmen wurden zur Verbesserung der Betriebsweise umgesetzt. Die Rangfolge der Wärme- und Kälteerzeuger wurde umstrukturiert, so dass bei zwischenzeitlichen Spitzenlasten nicht sofort ein BHKW oder eine Absorptionsmaschine starten: „Die Blockheizkraftwerke kommen nur noch bei Volllast zum Einsatz, im Teillastbetrieb wird nach der Optimierung der Brennkessel genutzt“, erläutert Meisegeier. „Die Restwärme der BHKW, deren Vorlauftemperatur bei >90 °C liegt, wird nun auch für die Warmwasserbereitung verwendet.“

Überschüssige Energie wird nach Möglichkeit in den Puffern der Sonnenkollektoren gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt zu Heiz- oder Kühlzwecken verwendet. Die etwas langwierige Einregulierung des Zortström-Verteilers konnte ebenfalls erfolgreich abgeschlossen werden. Die



BHKW sind durch diese Maßnahmen wesentlich besser ausgelastet. Die optimierte Betriebsweise führt zu einem ausgeglichenen BHKW-Betrieb, der es ermöglicht, mehr als die Hälfte des gesamten Gebäude-Strombedarfs selbst zu erzeugen. Nur drei bis sechs Prozent des BHKW-Stroms werden noch ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Die knapp 5.000 MWh/a selbst erzeugten Stroms reduzieren die jährlichen Betriebskosten gegenüber einem Strombezug über das öffentliche Netz um >500.000 Euro.

Ergebnis und Ausblick

Eine Reduktion des Wärmeverbrauchs um 20 Prozent und des Kälteverbrauchs um knapp 40 Prozent sind die herausragenden Ergebnisse von drei Jahren aktiven Energiemanagements. „Ohne aktives Energiemanagement wäre dieses Ziel nicht erreicht worden“, erklärt Schramm. „Das ist besonders angesichts der sehr komplexen und im Hinblick auf die Wärme- und Kälteerzeugung stark verzahnten Anlagentechnik ein Erfolg.“ Die Grundsteine für die Energie- und Kosteneffizienz des Gebäudes The Cube wurden in der Planung gelegt, darunter das innovative Energiekonzept der Börse unter Einsatz der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, die sehr gut gedämmte Gebäudehülle und die leistungsfähige SAUTER-Gebäudeautomation mit EMS. „Würde man das Gebäude nochmals bauen, so würde man wahrscheinlich einige der Erzeuger in der Leistung kleiner wählen und die Energiebereitstellung modular aufbauen“, so Meisegeier. „Damit wäre eine optimale Betriebsweise auch im Teillastbetrieb einfacher umzusetzen und die Effizienz noch etwas höher.“ Im Großen und Ganzen passt alles:

„Die wesentlichsten Umsetzungen hinsichtlich des Energiemanagements im Cube sind gemacht und die Weichen für einen optimierten Gebäudebetrieb somit gestellt. Für die Zukunft besteht die Hauptaufgabe immer stärker darin, die erreichte Energieeffizienz auch bei einem sich immer wieder verändernden Gebäudebetrieb aufrecht zu erhalten“, so Thomas Meisegeier von SAUTER.
Bild: SAUTER



Die Verbräuche, Energiekosten und Emissionen des Gebäudes sind deutlich niedriger als in vergleichbaren Bürogebäuden. Das innovative Energiekonzept führt außerdem zu mehr Versorgungsunabhängigkeit und zu einem reduzierten CO₂-Ausstoß, so dass die Ausgangssituation für die kommenden Jahre sehr gut ist.

„Um den effizienten Gebäudebetrieb langfristig sicherzustellen, werden wir auch zukünftig die Betriebsweisen der Anlagen und die damit verbundenen Verbräuche und Kennwerte kontinuierlich auswerten, beurteilen und gegebenenfalls optimieren“, erklärt Schramm. Demnächst soll auch der Volumenstrom des Heißwassers an den Absorbermaschinen variabel gestaltet und so die Temperatur im Rücklauf und damit die Notrückkühlleistung für die BHKW gesenkt werden. „Die wesentlichsten Umsetzungen sind damit gemacht und die Weichen für einen optimierten Gebäudebetrieb gestellt. Für die Zukunft besteht die Hauptaufgabe immer stärker darin, die erreichte Energieeffizienz auch bei einem sich immer wieder verändernden Gebäudebetrieb aufrecht zu erhalten“, so Meisegeier.

www.deutsche-boerse.com
www.sauter-cumulus.de

Um einen maximalen Erzeugungswirkungsgrad zu erreichen, wurde unter anderem der Zortström-Verteiler aufwändig einreguliert.
Bild: Deutsche Börse AG