

RALF MERKER

## Das energieeffiziente kommunale Rechenzentrum

**B**aulicht! Neben dem neuen Rechenzentrum des brandenburgischen Landkreises Oder-Spree in Beeskow ist das völlig normal. Schließlich liefert das Rechenzentrum auch einen erheblichen Teil der Wärmeenergie für die baulich angegliederte Rettungswache. Der Landkreis Oder-Spree ist ein Flächenlandkreis südöstlich von Berlin. Das Landratsamt in Beeskow ist einer der größten lokalen Arbeitgeber. Entsprechend komplex

ist auch die IT. An fünf Standorten im Kreisgebiet sind ca. 1.200 PCs durch ein angemietetes Netzwerk verbundenen. Die steigenden Anforderungen an die IT-Abteilung des Kreises sind vielfältig. Eine wichtige davon ist die Sicherstellung des laufenden Betriebes der Rechentechnik. Diese wurde – historisch gewachsen – in den 90er-Jahren neben der Telekommunikationstechnik untergebracht. Ein wichtiger Wachstumsfaktor der IT-Anlagen war 2005

*Das Rechenzentrum des Landkreises Oder-Spree*

NOMINIERT ZUM

GreenIT  
Best Practice Award

2012



mit Einführung des Zweiten Sozialgesetzbuches die Übernahme der Aufgaben einer Optionskommune und die damit einhergehende Gründung eines Jobcenters. Der Bedarf der rund 350 neuen Userinnen und User sowie entsprechend notwendige Server für Fachsoftware und Datenbanken bedeuteten für die IT-Abteilung erhebliche personelle und technische Herausforderungen. Die bis dato genutzten Räumlichkeiten für die Rechentechnik waren diesen Anforderungen nicht gewachsen.

Nur allzu häufig wird die Funktionalität der IT von fachfremden Nutzerinnen und Nutzern als Selbstverständlichkeit angenommen und werden notwendige Investitionen so lange aufgeschoben, bis die Auswirkungen direkt spürbar sind. So machte die IT-Abteilung des Landkreises immer wieder auf die nicht zeitgemäße Rechentechnik und fehlende Kapazitäten aufmerksam. Doch erst Probleme im laufenden Betriebsablauf, wie zum Beispiel regelmäßige Ausfälle bei der Klimatisierung und Infrastruktur, überzeugten die Verwaltungsleitung 2008, aktiv zu werden. Ein Projektteam aus Facilitymanagement, Verwaltungsleitung, IT und einem externen Planungsbüro wurde ins Leben gerufen. Ganz ohne Unstimmigkeiten ging es nicht vonstatten – aber die offene, konstruktive Zusammenarbeit sowie der lange Planungsprozess waren aus heutiger Sicht Garantien für das überzeugende Ergebnis.

### **Komplex aber ausschlaggebend: die Planungsphase**

Die Planung eines Rechenzentrums ist keine einfache Angelegenheit. Sehr viele Randbedingungen müssen beachtet und Kenngrößen festgelegt werden. Es gilt, Sicherheit, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit gegeneinander abzuwägen und Anforderungen zu definieren. Zur Grundlagenermittlung sind folgende Punkte in die Planung einzubeziehen: Wieviel Stellfläche wird benötigt? Wieviel Anschlussleistung wird benötigt? Welche Netzwerkanforderungen bestehen? Wie hoch sind die Anforderungen an die Verfügbarkeit?

Diese Fragen bilden die Planungsgrundlage für die Zusammenarbeit von Verwaltungsleitung, Facility Management und IT. Eines der wichtigsten Themen im Zusammenhang mit dem Bau eines Rechenzentrums ist dessen aktive und passive

Sicherheit und Verfügbarkeit. Passive Sicherheit ergibt sich aus baulichen Maßnahmen, wie Wahl eines passenden Standortes, Sicherung des Grundstücks mit passenden Zäunen, Verzicht auf Fenster am Gebäude. Einbruchmeldeanlage, Zutrittskontrollsysteme und Videoüberwachung beispielsweise zählen zu den aktiven Sicherheitskomponenten. Besonders die Frage nach dem richtigen Standort, insbesondere dessen Eignung hinsichtlich Sicherheit und Brandschutz, ist hierbei mit großer Sorgfalt zu beantworten. Die gewünschte bzw. erforderliche Verfügbarkeit der IT-Technik lässt sich anhand der Klassifizierung nach dem Tiermodell oder der Verfügbarkeitsklassen abschätzen. Das Tiermodell sowie die BSI-Verfügbarkeitsklassen definieren im Anspruch steigende Ausbaugrade der Infrastruktur, die für unterschiedliche Verfügbarkeitsstufen notwendig sind. Eine strikte Orientierung an diesen Klassen ist sinnvoll, allerdings ist es in der Praxis meist notwendig, an bestimmten Stellen Kompromisse einzugehen [1]. Ebenso sind die Einschätzungen bezüglich des Wachstums der IT, die Lasterhöhung oder auch sinnvolle Konsolidierungen in die Bewertung mit einzubeziehen. Besonders bei diesen Schritten ist das Know-how externer Expertinnen und Experten unverzichtbar, will man ein Rechenzentrum für die nächsten 15 Jahre planen.

Am Anfang der Planung des neuen Rechenzentrums standen eine Ist-Analyse und die Formulierung von Anforderungen an den Rechenzentrumsbetrieb. Ein nicht zu unterschätzender Faktor in dieser Phase der Planung ist es, den voraussichtlichen Wachstumsbedarf der Systeme abzuschätzen. Vor allem diese Aufgabe entpuppte sich als Herausforderung. Durch Besichtigungen vergleichbarer Rechenzentren ähnlicher Größenordnung im Bezirksamt Berlin Steglitz-Zehlendorf und eines privatwirtschaftlich betriebenen Rechenzentrums in Berlin-Mitte konnten sich die Mitglieder des Projektteams einen ersten Einblick über den derzeitigen Stand der Technik verschaffen.

Der in der Regel stetig wachsende Umfang der Informations- und Kommunikationstechnologie ist für einen nicht unerheblichen Teil der Energiekosten in einer Kommune verantwortlich. Insbesondere das Rechenzentrum hat für den Betrieb und die Kühlung der Server einen hohen Energiebedarf. Bei der Betrachtung der Energieanforderungen wurde schnell klar, dass sich Energieeffizienz

nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch auszahlt. Der Planung eines besonders energie-sparenden Rechenzentrums wurde deshalb viel Aufmerksamkeit gewidmet. Deshalb kam frühzeitig eine Nachnutzung der durch den Energieverbrauch des Rechenzentrums entstehenden Abwärme ins Gespräch. Auch die zu diesem Zeitpunkt schon begonnene Server-Virtualisierung, die primär aus Kapazitätsgründen nötig war, stellte einen großen Schritt in Richtung Energiereduzierung dar.

### Neubau versus Sanierung

In Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro wurden drei grundsätzliche Lösungsvarianten betrachtet. Dies waren die Weiternutzung der bestehenden Räume im Form einer Erweiterung in unmittelbarer Nähe, die Unterbringung des Rechenzentrums im Nachbargebäude sowie die Planung eines kompletten Neubaus. Nach ausführlicher Betrachtung der drei Varianten entpuppte sich der Neubau als die sinnvollste Option, da die Mindestanforderungen an einen innovativen und energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb umfangreiche Sanierungsarbeiten und Änderungen an bestehenden Räumlichkeiten notwendig gemacht hätten. Es bot sich somit an, den vorhandenen Raum ausschließlich für den Betrieb der Telefonanlage weiter zu nutzen. Wenn auch die Preisunterschiede insgesamt gesehen nicht groß waren, eröffnete der Neubau des Rechenzentrums durchaus auch noch andere Vorteile: Der laufende Betrieb ließ sich durch einen sorgfältig geplanten Umzug deutlich besser gewährleisten als während einer Sanierung der bestehenden Räumlichkeiten.

Auch aus Sicht des Klimaschutzes war der Neubau des Gebäudes vertretbar, denn mit dem Betrieb der Telefonanlage wurde eine sinnvolle Nachnutzung der bestehenden Räumlichkeiten gefunden und auch die spätere Abwärmenutzung des Rechenzentrums für eine geplante Rettungswache konnte in die Planung integriert werden. Ein Neubau des Rechenzentrums wurde nach diesen Betrachtungen als in allen Belangen sinnvoll erachtet.

Auch für die technologische Umsetzung wurden verschiedene Lösungen erörtert. Hierbei wurden nicht nur die Anschaffungskosten berücksichtigt, sondern auch die entsprechenden Verbrauchskosten kalkuliert. So wurde für jede

Variante eine Vollkostenrechnung über den voraussichtlichen Lebenszyklus erstellt. Folgende Lösungen wurden diskutiert:

Variante 1 – Erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW)

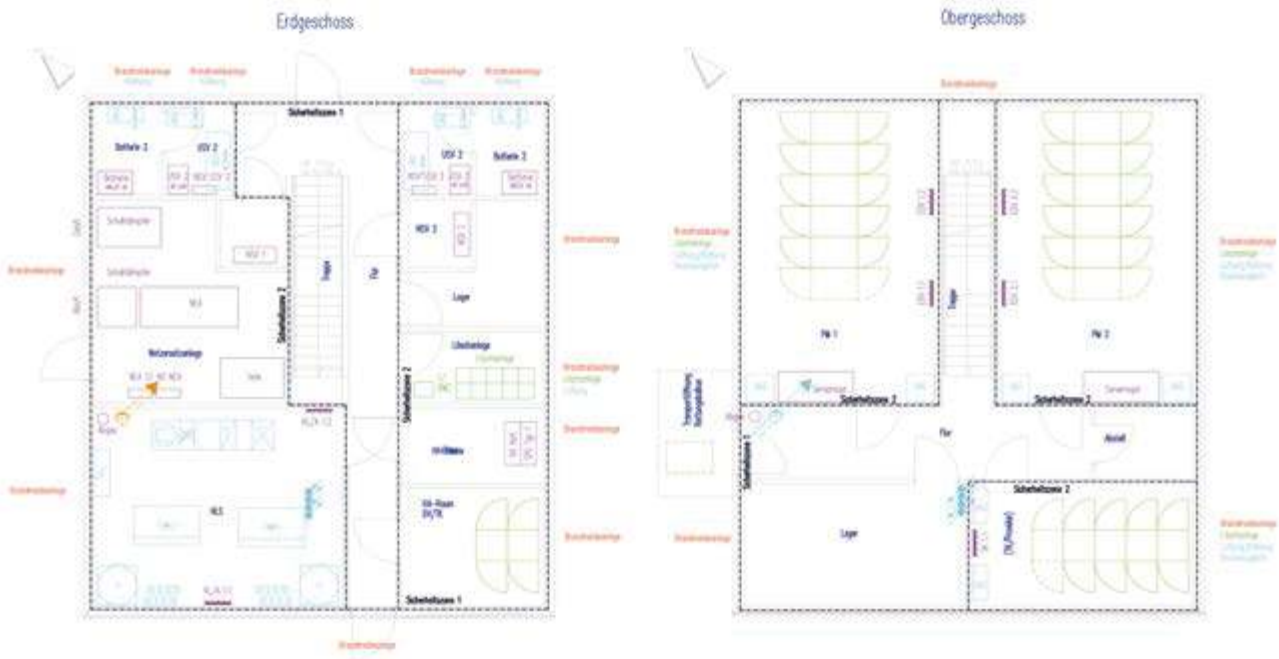
Variante 2 – Kaltgangeinhausung

Variante 3 – Direkt gekühlte Serverschränke (DKS)

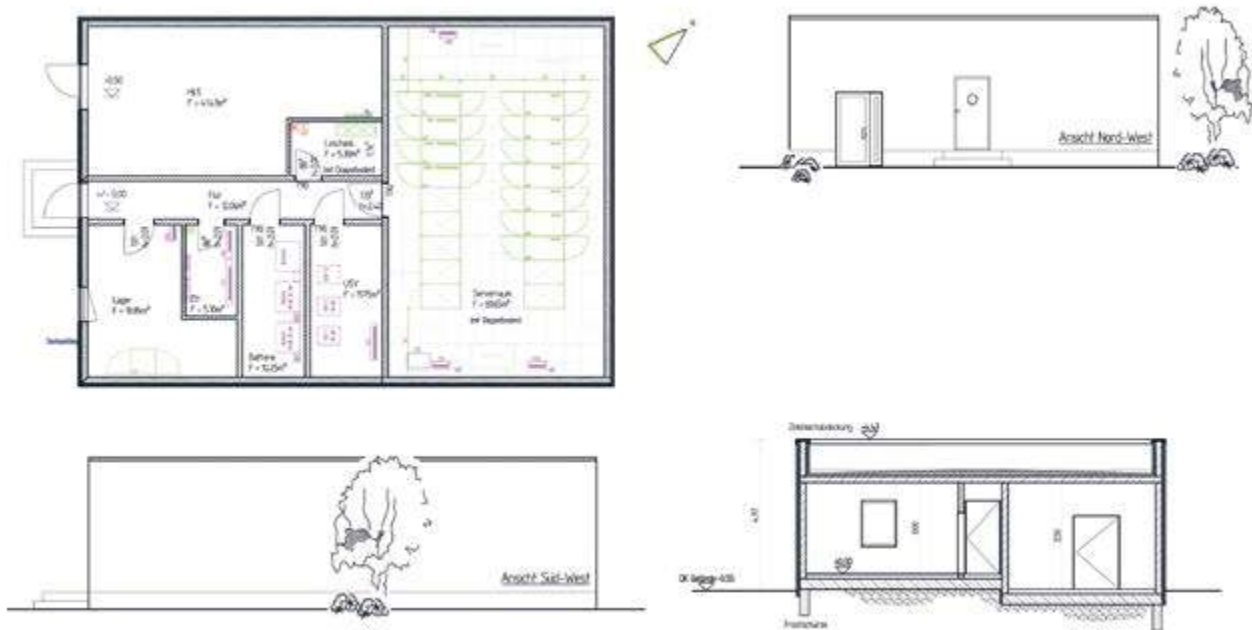
Das Blockheizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung war hierbei die teuerste Variante. Dabei wird die Kraft-Wärme-Kopplung des BHKWs um eine Absorptionskältemaschine erweitert und somit die Effizienz verbessert. Sowohl Anschaffungs- als auch Verbrauchskosten wären hier am höchsten gewesen. Eine Kaltgangeinhausung hätte die günstigsten Anschaffungskosten, jedoch einen höheren Energiebedarf im Vergleich zu direkt gekühlten Serverschränken zur Folge gehabt. Da der Landkreis sowohl aus ökonomischen als auch ökologischen Beweggründen die Lebenszykluskosten betrachtete, überzeugte Variante 3. Ein Gewinn für die Umwelt und den städtischen Haushalt: Die höheren Anschaffungskosten amortisieren sich bereits nach acht Jahren – der CO<sub>2</sub>-Verbrauch wäre vom ersten Tag an geringer! Jedoch gab es ein Problem: Alle Optionen lagen ca. 40 Prozent über dem verfügbaren Budget.

Um Kosten zu sparen und das hochenergieeffiziente Rechenzentrum als Neubau realisieren zu können, entschied sich das Projektteam aufgrund der intensiven Vorplanung und vieler Recherchen dafür, den Grundriss des Gebäudes gegenüber dem ersten Planungsentwurf radikal zu vereinfachen. Der zweigeschossig geplante Bau wurde in einigen Bereichen auf Kosten räumlicher Redundanzen vereinfacht. Gegenüber dem ursprünglichen auch baulich vollredundanten Entwurf wurde jetzt nur je ein zentraler, entsprechend größerer Raum für Server, unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), Batterie und Niederspannungsversorgung geplant. Des Weiteren wurde die Notstromanlage als zu einem späteren Zeitpunkt extern nachzurüstende Option bestimmt. Durch die Optimierung der Räumlichkeiten unter Wegfall von nicht benötigten Infrastrukturf lächen erwies sich ein eingeschossiger Grundriss als ausreichend.

Durch den neuen Gebäudeentwurf konnten alle geforderten Ansprüche berücksichtigt und der vorgegebene Budgetrahmen weitgehend eingehalten werden.



Erster Planungsentwurf für den Neubau des Rechenzentrums [2]



Realisierter Entwurf für den Neubau [2]

	BHKW	Kaltgang*	DKS*
Investitionskosten	1.064.620,00	967.960,00	1.014.220,00
Jährliche Wartungskosten	32.120,19	12.979,33	14.500,33
Jährl. Verbrauchskosten	64.266,34	80.192,40	73.645,63
Gesamtkosten nach 10 Jahren	2.130.649,82	1.909.669,51	1.907.271,82

\*Ohne Berücksichtigung der Nachwärmenutzung durch die Rettungswache.

Der Prozess der Rechenzentrumsplanung ist ein äußerst komplexes Vorhaben und die fachliche Zusammenarbeit der einzelnen Abteilungen und Fachbereiche eine unabdingbare Notwendigkeit für den Erfolg. Die komplexe Planungsphase sollte auch und gerade für kleinere Rechenzentren in Kooperation mit externen Spezialisten erfolgen.

### Energieeffizienz mit System

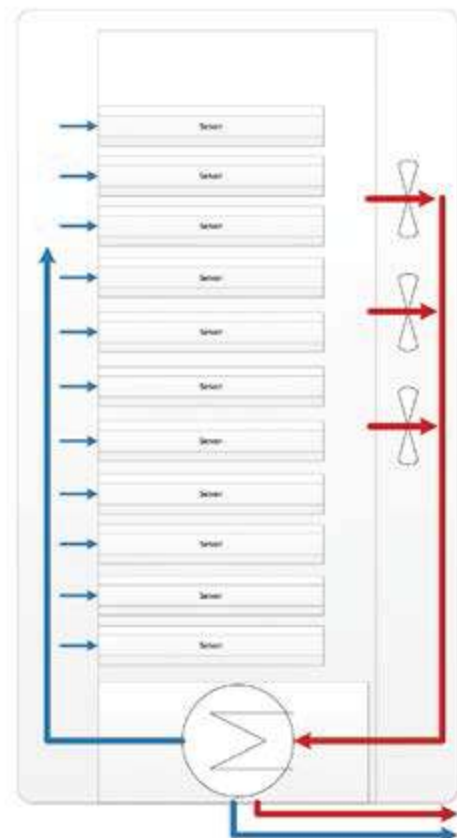
Welche Elemente sorgen für die Energieeffizienz unseres Rechenzentrums? Hier ist vor allem das Zusammenspiel zwischen Gebäudestruktur, Kühlung und Abwärmenutzung entscheidend. Beim Gebäude beginnend sorgt die optimale Ausrichtung – Ausrichtung des Serverraums nach Norden – für eine verringerte Wärmelast. Das Gebäude wurde in Stahlbetonbauweise mit vorgefertigten Elementen errichtet. Dies ermöglicht einerseits ein zügiges Bautempo, andererseits kann somit die Stahl-Bewehrung in den Betonelementen gleich in das Blitzschutzsystem integriert werden. Durch nur an benötigten Stellen realisiertem Doppelboden mit unterschiedlichen Fundamentniveaus ist für die notwendige Höhe in den Räumen gesorgt – auch eine Kostenersparnis.

Die gewählte Variante beinhaltet den Einsatz direkt gekühlter Serverschränke (DKS). Das bedeutet, dass jeder Serverschrank autark an den Kühlkreislauf angeschlossen wird (siehe Abbildung unten). Im Bodenbereich der DKS befindet sich ein Kühlelement. Da Wärme nach oben strebt, wird in der Rückwand die Abluft über drei Ventilatoren abgesaugt und somit ein Kreislauf erzeugt.

Die Kühlung wird vollredundant ausgeführt. Das primäre Kühlsystem überwacht die Außentemperatur und kann bei einer vordefinierten Temperatur (13°C) zwischen den Betriebsmodi

Kältebetrieb/Freikühlung wechseln. Im Kältebetrieb wird kaltes Wasser über einen Kaltwasserersatz (Chiller) über Verdichtung/Dekompression erzeugt. Dies funktioniert ähnlich wie bei einer klassischen Klimaanlage. Im Freikühlbetrieb ist der Chiller nicht nötig. Über einen Wärmetauscher wird die Wärmeenergie direkt an die Rückkühler (Außenlüfter) weitergegeben. Bei Ausfall der Primärkühlung kommt das sekundäre

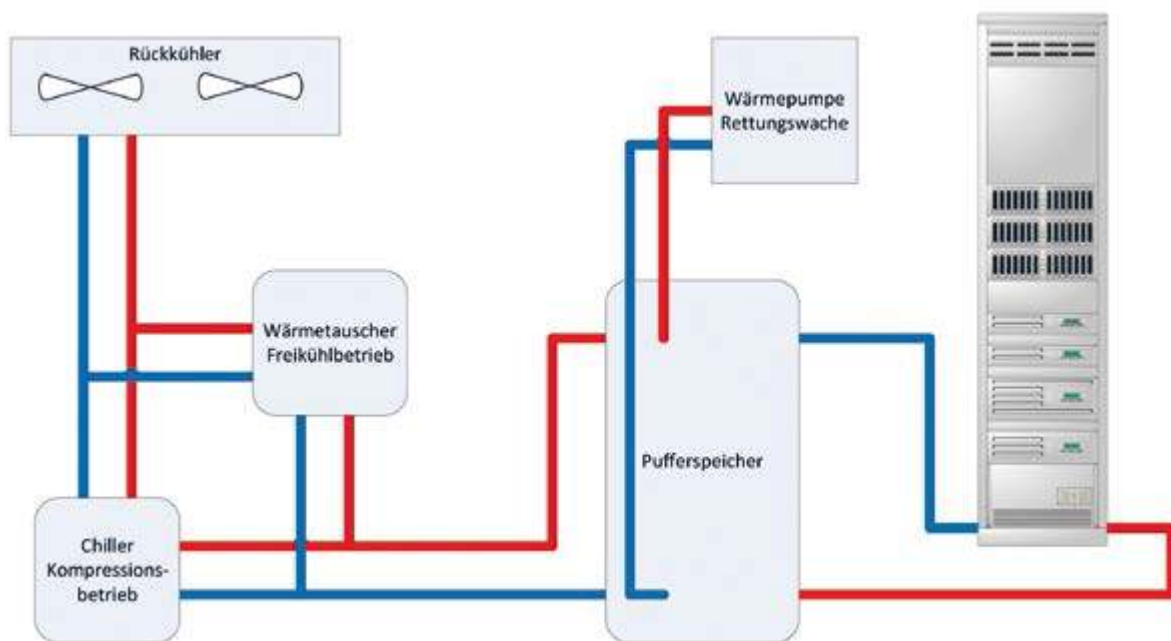
*Schematische Darstellung direkt gekühlter Serverschrank (DKS) (Seitenansicht)*





Kühlwasserkreislauf (links Verzweigung Chiller/Wärmetauscher, Mitte Pufferspeicher, rechts Verteilung zu Verbrauchern)

Schema vereinfachter Kühlwasserkreislauf



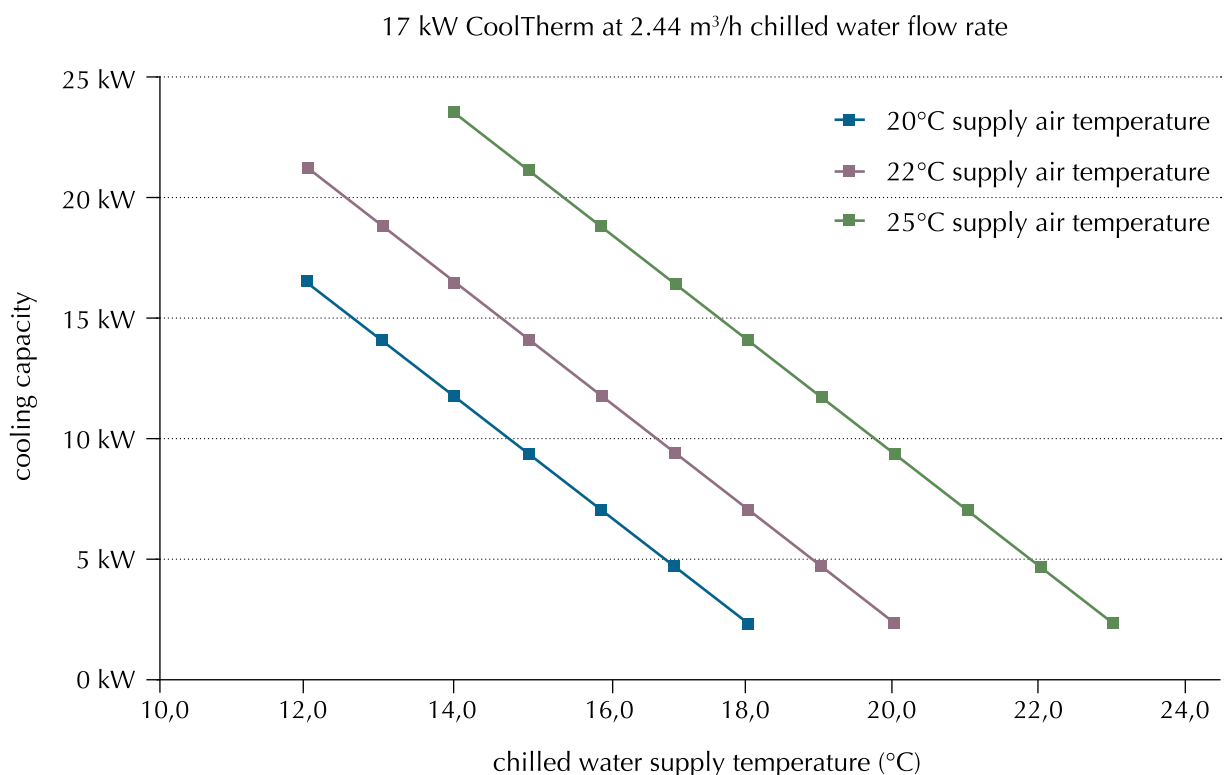
Kühlsystem zum Einsatz. Die Kühlung erfolgt hier über klassische Direktverdampfungstechnik, also mittels Kühlung durch Kältemittel. Die Vollredundanz wurde gewählt, da die Server ohne Kühlung innerhalb von 20-30 Minuten kritische Temperaturen erreichen und das Rechenzentrum nicht mehr arbeitsfähig wäre. Die hohe Energieeffizienz des primären Kühlkreislaufes ergibt sich aus der Möglichkeit des Systems, im Freikühlbetrieb ohne Kompression zu arbeiten. Einzig die Wasserpumpen müssen im Freikühlbetrieb weiterlaufen.

Um die Trenntemperatur zwischen Kompressionsbetrieb und Freikühlung möglichst hoch zu halten (je höher die Temperatur ist, desto weniger teurer Kompressionsbetrieb ist nötig), wurden die Serverschränke mit deutlicher höherer effektiver Kühlleistung als eigentlich benötigt ausgeschrieben. Die direkt gekühlten Serverschränke werden mit relativ geringer Temperaturdifferenz zwischen Zulauf und Ablauf betrieben. Dadurch sinkt einer-

seits die im jeweiligen Schrank zur Verfügung stehende Kühlfähigkeit, andererseits steigt die Fähigkeit, auch bei höheren Außentemperaturen noch im sogenannten Freikühlbetrieb zu agieren. Die effektive Kühlleistung der Schränke verliert je nach Temperaturdifferenz des Kühlwassers an Kühlfähigkeit – das heißt, je größer die Temperaturdifferenz ist, desto besser ist der Kühleffekt. Der optimale Wert von 17 kW für die Kühlung im Serverschrank wird nur bei entsprechend kalter Kühlwassertemperatur erreicht (siehe Abbildung unten und [3]).

Um den Betrieb der Anlage im Freikühlbetrieb bei möglichst hohen Außentemperaturen zu ermöglichen, ist es nicht möglich, die optimale Temperatur zu verwenden. Wie sinnvoll ein möglichst hoher Temperaturwert ist, zeigt das Klimadiagramm. Ein Großteil des Jahres ist Freikühlung möglich. Für die vom Landkreis Oder-Spree geforderte Wärmelast von 4–5 kW je Serverschrank ergibt sich eine Kaltwassertemperatur von max. 17°C, wenn die Verbraucherinnen und Verbrau-

Temperaturschema Cooltherm – Zusammenhang zwischen Kühlleistung und Kühlwassertemperatur



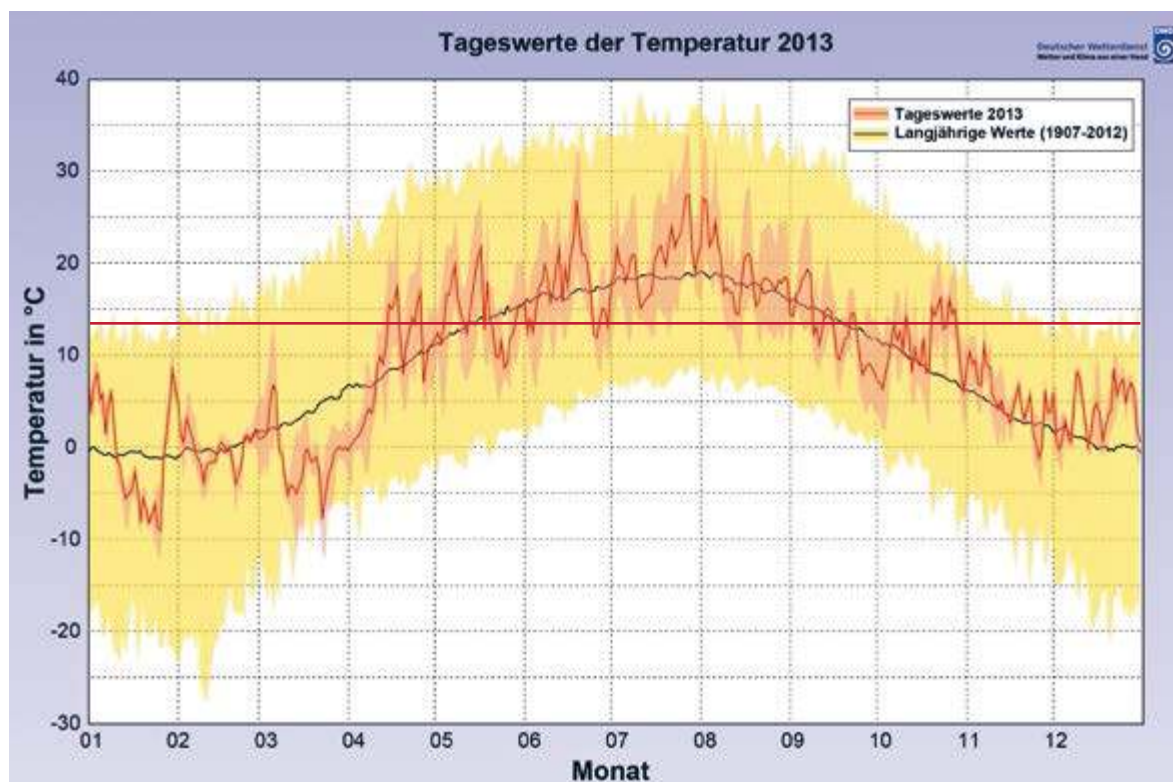
cher mit ca. 20°C kalter Zuluft versorgt werden sollen. Die Server werden zwar mit 25°C warmer Luft versorgt, 20°C sind allerdings für die Batterien notwendig – mehr dazu später. Mit diesen Temperaturen ist ein Freikühlbetrieb bis zu einer Außentemperatur von ca. 13°C möglich. Sollten zu einem späteren Zeitpunkt höhere Lasten in den Schränken benötigt werden, könnte die Serverzulufttemperatur weiter angehoben werden. Erst wenn dies nicht mehr ausreicht, müsste man die Kaltwassertemperatur absenken. Damit wäre erst dann ein höherer Energieaufwand zur Kühlung notwendig. Umbauten oder Erweiterungen sind dazu nicht nötig.

Ein weiterer Punkt, der zur energiesparenden Kühlung beiträgt, ist die Unterbringung der USV-Anlage in zwei getrennten Räumen für aktive und passive Elemente. So wird erreicht, dass die kaum Kühlenergie benötigenden Gel-Batterien (passives Element) in einem eigenen Raum mit 20°C bei geringerer Temperatur gekühlt werden können

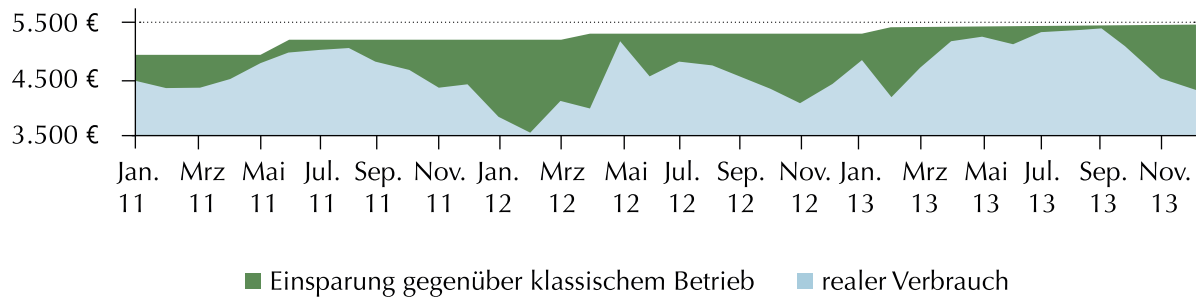
als die hauptsächlich Wärme erzeugenden Leistungswandler (aktives Element) bei ca. 25°C. Die aktiven Leistungswandler haben zusätzlich eine hohe Effizienz, um möglichst wenig Wärme zu erzeugen. Ein weiterer der Langlebigkeit zuträglicher Effekt ist dabei die deutlich höhere Lebenserwartung der Batterien. So weist der verwendete Batterietyp bei >25°C eine Lebenserwartung von 4-5 Jahren, bei ~20°C aber schon eine Lebenserwartung von 8-10 Jahren auf. Dadurch wird ein kompletter Tauschzyklus gespart, und es ist kein erhöhter ökologischer Aufwand für die Produktion und Entsorgung von Batterien nötig.

Ein weiterer Punkt, der die Effektivität der Anlage erhöht, ist die Nachnutzung der Abwärme zum Beheizen der angegliederten Rettungswache. Von der aufgewendeten elektrischen Energie werden ca. 25 Prozent durch die Rettungswache nachgenutzt. Bisher war dort nur an besonders kalten Tagen die Zuführung von zusätzlicher Wärmeenergie überhaupt notwendig, entsprechend gering

Jahrestemperaturen im Umkreis der Kreisstadt Beeskow (Lindenberg) mit Trenntemperatur (rote Linie) bei 13°C







Monatliche Stromkosten des Rechenzentrums in Euro

fällt dort der Verbrauch an Erdgas aus. In den 14 Monaten Betrieb der Rettungswache wurden bisher über 70 MW Wärmeenergie nachgenutzt.

Zur Ermittlung der Effektivität, mit der ein Rechenzentrum Energie verwendet, wird der PUE(Power Usage Effectiveness)-Wert verwendet [4]. Dieser gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie für die IT und wieviel für die benötigte

Infrastruktur (USV, Kühlung etc.) notwendig ist. Er berechnet sich also aus jährlichem Gesamtenergieverbrauch geteilt durch Energieverbrauch IT. Der optimale Wert wäre also 1. Noch vor 5-10 Jahren waren Werte von ca. 2 bis 2,5 üblich. Ohne Nachnutzung der Energie liegt unser PUE3-Wert bei ~1,4. Unter Berücksichtigung der Nachnutzung ergibt sich ein sehr guter PUE3-Wert von ~1,13.

Blick in den Serverraum



## Ein Gewinn für Umwelt und Kommune

Abschließend lässt sich sagen, dass die Planung eines Rechenzentrums eine große organisatorische Herausforderung darstellt. Hier wird jedoch der Grundstein für eine nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnologie gelegt. Bei der Entscheidung zwischen Neubau und Sanierung bestehender Strukturen müssen verschiedene Faktoren gegeneinander abgewogen werden. Für kommunale Beschafferinnen und Beschaffer dürfen nicht die Anschaffungskosten ausschlaggebend sein, sondern unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs die Kosten über den gesamten Lebenszyklus. Das Rechenzentrum des Landkreises Oder-Spree, das für den Green IT Best Practice Award 2012 [5] nominiert wurde, beweist, dass auch Kommunen durch effiziente Rechensysteme einen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung und damit zum Umwelt- und Klimaschutz leisten können. Das gelungene Zusammenspiel von sinnvoller Gebäudeausrichtung, effizienten Kühlsystemen und der effektiven Abwärmenutzung zum Heizen der angegliederten Rettungswache machen das Rechenzentrum zu einem zugleich ökologischen wie auch ökonomischen Gewinn für Klima und Kommune. ■

### Quellenangaben

- [1] [http://www.bitkom.org/files/documents/131213\\_Leitfaden\\_BRZ\\_web.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/131213_Leitfaden_BRZ_web.pdf)
- [2] *Projektdokumentation des LOS, Planungszeichnungen IBMU.de*
- [3] [http://www.emersonnetworkpower.com/de-EMEA/Products/RacksAndIntegratedCabinets/RackCooling/Documents/CoolTherm\\_en\\_de.pdf](http://www.emersonnetworkpower.com/de-EMEA/Products/RacksAndIntegratedCabinets/RackCooling/Documents/CoolTherm_en_de.pdf)
- [4] [http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Forschung/FELG/Download/Klimafibel\\_DL\\_de,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Klimafibel\\_DL\\_de.pdf](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Forschung/FELG/Download/Klimafibel_DL_de,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Klimafibel_DL_de.pdf), S. 20
- [4] [http://www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden\\_PUE\\_Messung.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Leitfaden_PUE_Messung.pdf)
- [5] <http://www.greenit-bb.de/best-practice-award-2012/nominierte>



**RALF MERKER**

System- und Datenbank-administrator im Landratsamt des Landkreises Oder-Spree

Studium der Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Brandenburg, Dipl.-Wirtschaftsinformatiker (FH). Seit 2002 System- und Datenbank-administrator im Landratsamt des Landkreises Oder-Spree. 2003 Reorganisation Helpdesk nach ITIL. Ab 2004 Aufbau und Betrieb Oracle Application Express Cloud und Anwendungserstellung datenbank-zentrischer Applikationen. Seit 2006 Aufbau und Betrieb einer privaten Virtualisierungscloud. Seit 2008 verantwortlich für Operations Management des Rechenzentrums.