

Flüssigkühlung und Abwärmenutzung in der IT

Wie man eine Herkulesaufgabe angeht

Beim Thema Flüssigkeitskühlung und Abwärmenutzung in der IT gehört die Zukunft dem Zusammenspiel von IT und elektrobasieren Technologien, gängigen Fern- und neuen Niedertemperaturnetzen der 4. Generation, etablierten Nahwärmenetzen und neuen kalten

Netzen. Diese können ggf. durch Eisspeichertechnologie, Wärmepumpen und weitere Systeme unterstützt werden. Ganz unterschiedliche Business-Modelle müssen an dieser sensiblen Schnittstelle gut zusammenspielen und funktionieren.

IT-Nachhaltigkeit mit Flüssigkeitskühlung und Abwärmenutzung

Die an sich unschlagbaren Vorteile einer Wasser- bzw. Flüssigkeitskühlung direkt am Server liegen auf der Hand: Bei gleichzeitiger Nutzung der durch die IT-Systeme entstehenden Abwärme können gegenüber klassischer Luftkühlung bis zu 80 Prozent an Energie und damit erhebliche Kosten eingespart werden.

Ein weiterer Clou im Rahmen eines Gesamtkonzepts besteht in der Wärmerückgewinnung durch kombinierte Kühl- und Heizkreisläufe. Unternehmen betreiben für ihre Büroräume und Fertigungsstätten gängige Heizungssysteme. Gleich nebenan steht das betriebliche Rechenzentrum. Was also liegt näher, als beide Energiekreisläufe miteinander

zu verbinden und die daraus resultierenden Kostenvorteile mitzunehmen?

Neben der Nutzung im eigenen Unternehmen kann und muss überschüssige Abwärme aus den Data Centern laut dem Energieeffizienzgesetz (EnEFG) ab 1.1.2024 auch anderen industriellen oder kommunalen Abnehmern zur Verfügung gestellt werden.

Nicht nur bei kleineren Rechenzentren bis zu 2 Megawatt, die im Fokus der Thomas-Krenn.AG stehen, nimmt die Debatte um IT-Nachhaltigkeit einen immer größeren Stellenwert ein. Aktuell werden in der Praxis immer mehr Hybridmodelle installiert, bei denen sich eine Cloud mit lokalen Systemen verbindet.

Nationale und europäische Effizienzvorgaben

Vor allem zwei zentrale Punkte bestimmen den aktuellen Trend: zum einen der stetig zunehmende Energieaufwand bei der Digitalisierung, an dem die Rechenzentren einen entscheidenden Anteil haben. Zum anderen bildet die Kühlung in den Rechenzentren den

energieintensivsten Bereich. Dies ist vom Gesetzgeber mit der Verabschiedung des EnEFG erkannt und berücksichtigt worden. Mittlerweile gibt es sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene diverse Effizienzvorgaben für den Regelbetrieb von Data Centern.

Die wichtigsten aktuellen Regelungen

Energieeffizienter Betrieb von Rechenzentren:

- Sowohl Rechenzentrumsbetreiber als auch -nutzer müssen den eigenen Energieverbrauch analysieren und transparent machen. Auch am Firmensitz der Thomas-Krenn.AG in Freyung – mit hauseigenem Data Center – wird daher ein Monitoring über alle Energieverbräuche erstellt und erfasst, wo sie im Detail anfallen.
- Pflicht für Rechenzentren ab mittlerer Größe, ihre Abwärme zur Verfügung zu stellen.
- Weitere Vorgaben für Kleinst-Rechenzentren, Midrange und Colocation Data Center.
- Neue Standortgenehmigungen für Rechenzentren in Deutschland sind an potenziell vorhandene Abnehmer von Wärme gebunden.

Wärmeentwicklung moderner IT-Komponenten & Grundlagen der Flüssigkeitskühlung

Zunächst einmal ist ein Computer oder ein Server ein System, das während seiner Nutzung elektrische Energie in Wärme umwandelt – ein auch für manchen langjährigen Anwender offenbar neuer Gesichtspunkt. Fakt ist, dass die Energieaufnahme moderner Server-Systeme signifikant höher ist als die von älteren. Daraus ergibt sich zwingend, dass auch entsprechend effizientere Verfahren zur Abführung der Primärenergie zum Einsatz kommen müssen.

Auch die bislang zögerliche Colocation-Branche hat mittlerweile zur Kenntnis genommen, dass andere Industriezweige wie z. B. die Automobilindustrie mit dem Umstieg von Luft- auf Flüssigkeitskühlung einen deutlichen Effizienzgewinn erzielt haben.

Neben den klassischen Firmen- und HPC-Forschungsrechenzentren ist die Flüssigkeitskühlung mittlerweile so weit, dass sie auch im Colocation-Umfeld im großen Stil eingesetzt werden kann. Technologisch ist das ganz klar umsetzbar. Wichtig dabei ist vor allem die Gesamtbetrachtung der Energieeffizienz. Um möglichst energieeffizient zu kühlen und idealerweise auch noch Abwärme produktiv zu verwenden, braucht man zwingend ein Trägermedium, das besser geeignet ist als Luft, sei es nun Wasser oder eine Hightech-Chemikalie.

Die Kehrseite der Medaille: Der Einsatz einer Wasser- bzw. Flüssigkeitskühlung erweist sich nur bei hoher Auslastung der Systeme

als effizient. Wer auch die Abwärme nutzen möchte, muss – wie bei der Luftkühlung – bei geringer Systemauslastung zusätzliche Energie einsetzen, um die Temperaturen auf ein Niveau von 60 Grad Celsius zu erhöhen, das für die Einspeisung z. B. in die Fernwärmenetze geeignet ist. Es ist daher immer das Zusammenspiel verschiedener Faktoren zu berücksichtigen, wie etwa der Standort des Rechenzentrums oder eine mögliche Anbindung an Wohnsiedlungen. Erweist sich eine Abwärmenutzung bei Bestandsrechenzentren als noch nicht möglich, muss auch bei flüssig gekühlten Systemen die erzeugte Abwärme ungenutzt an die Umgebung abgegeben werden. In diesem Fall liegt die Energieeinsparung des Betreibers nicht bei 80 Prozent, sondern nur bei knapp unter 60 Prozent. Dieses Szenario gilt allerdings nicht für Neubauten: Mit dem EnEfG werden Baugenehmigungen für neue Data Center nur noch bewilligt, wenn auch ein potenzieller Abnehmer für die überschüssige Wärme vor Ort zur Verfügung steht.

Die Data-Center-Experten bei der Thomas-Krenn.AG nehmen wohlwollend zur Kenntnis, dass die Rechenzentrumsbranche die unbestreitbaren Effizienzvorteile der Flüssigkeitskühlung mittlerweile weitgehend akzeptiert hat und zunehmend in die Realität umsetzt. Wie in anderen Branchen zeigt sich, dass auch Server mit direkt optimierten Kühlungsverfahren wesentlich energieeffizienter zu kühlen sind.

Mix unterschiedlicher Technologien

Trotz dieser an sich positiven Entwicklung stellt sich beim Thema Kühlung in der industriellen Praxis noch die eine oder andere Hürde in den Weg: Ein Grundproblem ist der Mix der unterschiedlichen Technologien vor Ort in den einzelnen Rechenzentren wie Rechner-, Datenspeicher- oder Netzwerkeinheiten. Deren jeweiliger Technologiestand und ihre Bedürfnisse in puncto Kühlungsoptimierung erweisen sich oftmals als sehr unterschiedlich.

Alles in allem aber wird die Technik immer effizienter. Die Kenngröße Performance pro Watt vergrößert sich stetig. Die Leistungsaufnahme von Arbeitsspeicher beträgt bei neuen Varianten schon bis zu 20 Watt. Auch findet die Wärmeentwicklung moderner IT-Kompo-

nenten nicht ausschließlich in den IT-Systemen selbst statt. So sind beispielsweise auch die Netzwerke insgesamt leistungsfähiger und damit energiehungriger geworden. Moderne Netzwerkkarten etwa „fressen“ heute 20 bis 50 Watt. Alle Server- und Netzwerkkomponenten tragen jeweils für sich zur stetig ansteigenden Gesamtwärmeentwicklung im Data Center bei. Dieser Tendenz muss mit geeigneten Kühlmethoden entgegengewirkt werden. In vielen Fällen wird der geeignete Weg eine Wasser- oder Flüssigkeitskühlung sein, um entweder die einzelnen Server-Komponenten direkt zu kühlen oder die Wärme aus den Serverräumen abzuführen, um den Leistungsbedarf der klassischen Luftkühlssysteme deutlich zu reduzieren.

Der Freyunger Server-Spezialist Thomas-Krenn setzt dabei primär auf Direktflüssigkeitskühlung einzelner Serverkomponenten mit anschließender Abwärmenutzung bei Hochtemperaturentwärmung auf einem

Temperaturniveau von 60 Grad und mehr. Dafür wurden speziell geeignete Kühlkörper (Coldblades) entwickelt, um auch die Kühlanforderungen zukünftiger IT-Systeme stemmen zu können.

Luftkühlung mancherorts noch gefragt

In der Wissenschaft unumstritten: Mit den aktuell bestehenden Luftkühlanlagen sind die zukünftig in den Data Centern benötigten Leistungen in vielen Fällen gar nicht mehr zu bewältigen. Trotz eindeutiger Effizienzvorteile und einer stetig wachsenden Zahl flüssig gekühlter IT-Systeme ist die Zeit der Luftkühlung im Rechenzentrumsumfeld noch nicht gänzlich abgelaufen; nach wie vor werden auch Luftkühlungssysteme eingesetzt, weiterentwickelt und modernisiert.

Um nachhaltige Energieeffizienzvorteile zu erzielen, müssen Data-Center-Betreiber aber nicht nur an der Stellschraube Kühlsystem drehen, sondern die gesamte Infrastruktur auf den Prüfstand stellen, wie z. B. die Strombelastbarkeit der Kabel, die zu den Racks geführt werden.

In vielen Bestandsrechenzentren reichen sie bei weitem nicht mehr aus, um moderne Server mit ausreichend Strom zu versorgen. Auch die vorhandene Klimatechnik schafft es oftmals nicht mehr, die von den IT-Systemen erzeugte Wärme abzuführen. Aus Sicht der Thomas-Krenn.AG gibt es daher viele Fakto-

ren, die in puncto der Energieeffizienz beachtet werden müssen.

Mittlerweile wird in der Data-Center-Branche weitgehend die Obergrenze von 20 bis 30 kW pro Rack für luftgekühlte IT-Systeme akzeptiert. Dabei ist es von großer Bedeutung, sich auch die in den Server-Systemen eingebauten Ventilatoren anzuschauen: Mit veralteter Technik kommen hier schnell 20 bis 30 Prozent der Gesamtleistung zusammen. Darüber hinaus stellt sich die Frage: Wie groß ist in den Rechenzentren der Raum, den die einzelnen Server-Systeme einnehmen? Hintergrund: Bei Luftkühlung muss wesentlich mehr Aufwand betrieben und ein größerer Abstand zwischen den einzelnen Server-Systemen realisiert werden. Nicht zu vernachlässigen ist auch der Gewichtungsfaktor.

Zwischenfazit: Auf der Gebäudeinfrastruktur-Seite steht heute eine gewisse Vielfalt an Geräten für Luftkühlung zur Verfügung. Bei Direktflüssigkeitskühlung kann aber auch in dieser Hinsicht deutlich effizienter gearbeitet werden: Die Anzahl der benötigten Geräte wie z. B. Ventilatoren wird spürbar minimiert.

Die Zeiten wandeln sich

Lange Zeit mussten vor allem die Colocation-Betreiber nicht auf zeitgemäße Nachhaltigkeits- und Energieeffizienzanforderungen reagieren und konnten so den höheren ökonomischen Aufwand für Klimaschutz und Energiewende einsparen. „The times, they are a-changing“: Frei nach Bob Dylan sind die Zeiten durch das EnEFG und den Siegeszug von künstlicher Intelligenz (KI) im Wandel begriffen – mit der Anforderung, bis zu 50 Megawatt elektrische Leistungsaufnahme wegzukühlen zu müssen.

Auch die Colocation-Branche wurde vom Gesetzgeber dazu verpflichtet, sich der Wärmewende anzuschließen (siehe Absatz „Nationale und europäische Effizienzvorgaben“, S. 2). In erster Linie wohl aus der Motivation heraus, das Geschäft mit der KI nicht gänzlich an sich vorüberziehen zu lassen, evaluieren verschiedene Konzerne derzeit die Möglich-

keit, diese anspruchsvollen Anwendungen in ihren Mietrechenzentren zukünftig auch in Deutschland mit Direktflüssigkeitskühlung zu kühlen. Anders wird es Rechenzentrumsexperten zufolge auch nicht gehen.

Pionier der ersten Stunde in puncto Flüssigkeitskühlung und Abwärmenutzung in Deutschland war die Thomas-Krenn.AG. Bereits 2018 hat der Serverhersteller aus Freyung mit seinem System Hot Fluid eine erste innovative Flüssigkeitskühlung entwickelt. Im Unterschied zu heute hatte diese Technik damals am Markt nur wenig Interesse hervorgerufen; zu groß waren noch die Vorbehalte wie „Wasser am Rack, das geht gar nicht“. Wie sehr sich die Zeiten geändert haben, sieht man zum Beispiel daran, wie wohlwollend mittlerweile auch Infrastrukturanbieter über Flüssigkeits- und Wasserkühlung sprechen. Ende des letzten Jahrtausends gab es auch noch keinen einzigen Rack-Hersteller,

der Wasserkühlungssysteme standardisiert einbauen konnte oder wollte. Heute eröffnet eine ganze Palette aufgeschlossener Unternehmen – wie z. B. Schäfer IT GmbH,

Rittal GmbH, Vertiv Group Corp. und andere – interessierten Anwendern die Möglichkeit, relativ einfach die Vorteile wassergekühlter Systeme in der Praxis zu nutzen.

Abwärmenutzung und Hürden in der Umsetzung

Eng verknüpft mit dem Thema Flüssigkeitskühlung ist die Abwärmenutzung. Solange mit konventionell luftgekühlten Systemen gearbeitet wird, ist eine weitergehende industrielle Nutzung der in den Data Centern anfallenden Abwärme zwar in vielen Fällen technisch möglich, aber sehr aufwendig. Damit wird die Weiternutzung unwirtschaftlich. Auch hier ermöglicht die Flüssigkeitskühlung, rein von der Physik her, neue Welten. Wie bereits aufgezeigt, kann aus einem flüssig gekühlten Rechenzentrum Abwärme von ca. 60 Grad Celsius ausgekoppelt werden. Damit ist das Medium direkt weiterverwertbar oder muss nur geringfügig aufgeheizt werden. Luftgekühlte Data Center dagegen liefern ihre Abwärme, sofern sie überhaupt auskoppelbar ist, mit einem Temperaturniveau von etwa 30 Grad. Diese Luft muss für eine Weiternutzung, wie z. B. die Einspeisung in gängige Fernwärmenetze, kostenintensiv auf ein weit höheres Temperaturniveau aufgeheizt werden.

Ältere Fernwärmenetze in Deutschland sind für ein Temperaturniveau von 100 Grad Celsius und mehr ausgelegt, etwas jüngere haben ein Betriebsniveau von 80 bis 90 Grad. Der eco-Verband Internetwirtschaft und das Netzwerk Infrastruktur Rhein-Main fordern daher den flächendeckenden Aufbau sog. Fernwärmenetze der 4. Generation, die mit 60 bis 70 Grad arbeiten. Für den Nahwärmebereich ist aktuell in der Diskussion, z. B. komplette Siedlungen mit sogenannten kalten Wärmenetzen zu beheizen, die mit einem Betriebsniveau von 12 bis 14 Grad Celsius auskommen. In jedes daran angeschlossene Haus müsste dann eine entsprechende

Wärmepumpe eingebaut werden, um die Temperatur auf das benötigte Niveau anzuheben.

Als Hindernis für eine weitere Nutzung gilt aber nicht das Temperaturniveau der Abwärme alleine. Eine ernst zu nehmende Hürde in vielen deutschen Großstädten besteht auch darin, dass die Kommunen unterirdisch kaum noch Platz dafür haben, neue Fernwärme-, Nieder- oder Mitteltemperaturleitungen zu verlegen: In den Städten sind unterirdisch schon viele Kabel, Kanäle und Versorgungsleitungen verbaut. Da können aufgeschlossene Data-Center-Betreiber ihre Abwärme kostenfrei oder für ein kleines Entgelt zur Verfügung stellen, wie sie wollen – sie bekommen die Wärme u. U. gar nicht zum Abnehmer transportiert.

Die Abwärmenutzung muss beim Bau neuer Rechenzentren also von Anfang an berücksichtigt werden, einschließlich der Erstellung eines schlüssigen Abwärmenutzungskonzepts. Eine beschränkte Perspektive wie bei der Planung alter Bestandsrechenzentren muss überwunden werden.

Technisch gesehen sind heute alle Probleme gelöst. Es gilt in erster Linie, sie auch anzugehen und vor Ort die jeweils beste lokale Lösung umzusetzen. Vor allem kleinere und mittlere Data Center haben sich schon auf den Weg gemacht. Jetzt geht es vor allem darum, dass sich auch die stetig wachsende Masse an Colocation-Data-Centern mit einer Leistungsaufnahme von einem bis 50 Megawatt der Herkulesaufgabe stellt, die Abwärmenutzung ökonomisch sinnvoll anzugehen.

Über Thomas-Krenn:

Die Thomas-Krenn.AG ist einer der größten Hersteller individueller Server- und Storage-Systeme in Deutschland. Seit 2002 beliefert das Unternehmen Endanwender, Wiederverkäufer und Betreiber von Rechenzentren mit hochwertiger Hardware nach dem Build-to-Order-Prinzip. Das Unternehmen steht für höchste Servicequalität bei hardwarenaher Entwicklung, Auftragsfertigung, Produktveredelung und Logistik.

Dank maßgeschneiderter Lösungen ist das Unternehmen ein zuverlässiger Partner für Industrie, Systemhäuser, Dienstleister und mittelständische Endkunden – aus jeder Branche. Entsprechend DIN EN ISO 14001 werden dabei höchste Maßstäbe an Nachhaltigkeit und Ökologie erfüllt. Das Unternehmen produziert mit derzeit rund 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern alle Systeme in Deutschland am Standort Freyung.

**THOMAS
KRENN®**

IT's people business

Tel: +49 (0) 8551.9150 - 300

thomas-krenn.com