

CFD-Simulation stellt Klimatisierung von Elektronik sicher!

„Leider wird heutzutage ein wichtiges Thema im Rechenzentrum noch immer nicht professionell genug angegangen. Bei RZ-Design aber auch im RZ-Betrieb werden noch zu oft wichtige Entscheidungen basierend auf allzu groben Annahmen gefällt. Wovon ich hier spreche? Von der Kühlung Ihrer Elektronik im Rechenzentrum!“

Dipl. Ing. Tobias Best, Geschäftsführer der ALPHA-Numerics GmbH – Spezialist für Elektronikkühlung

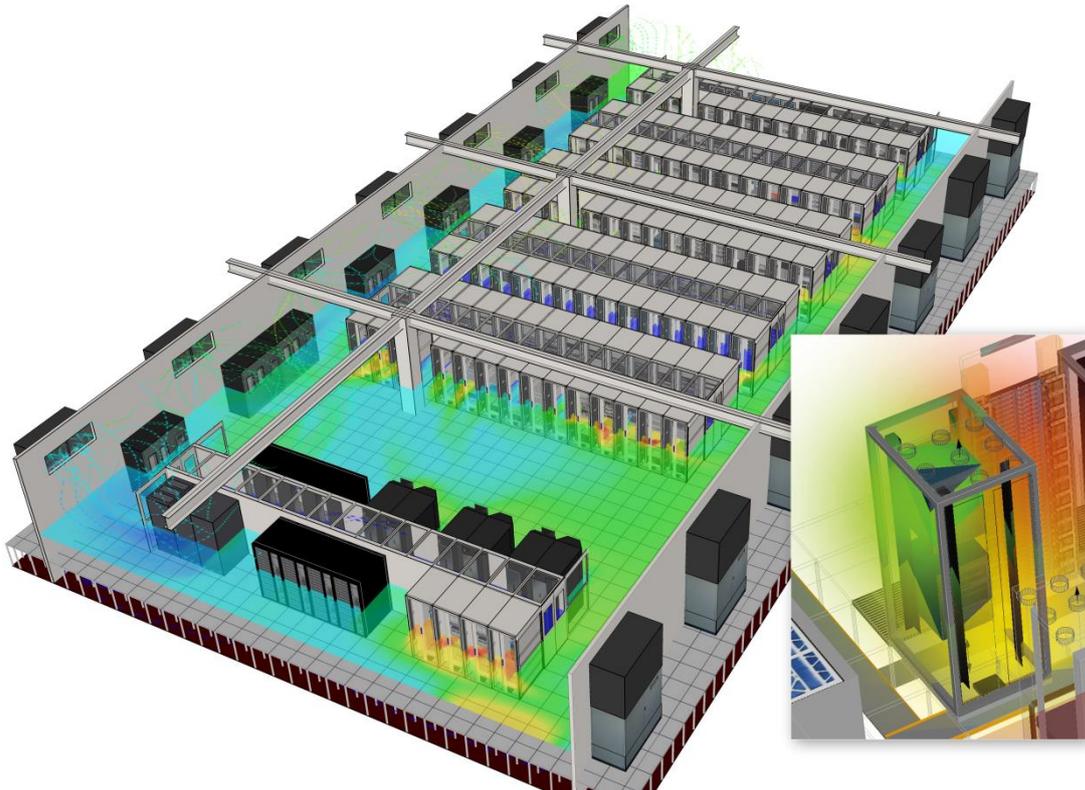


Bild 1: Titelbild – Virtuelles Modell eines Rechenzentrums in der Planungsphase (mit 6SigmaROOMLite simuliert)

Da ein Betreiber eines Rechenzentrums (RZ) sehr viel Geld in den Aufbau und in die zukünftige IT-Landschaft investiert, werden ein hoher Aufwand und viel Sorgfalt in die Planung gesteckt. Doch mit welcher Präzision werden die verschiedenen Herausforderungen an die Klimatisierung angegangen?

Schon in der Gebäudeplanung fallen erste Entscheidungen über die geplante IT-Kapazität pro RZ-Raum. Dies hängt zum einen von der Größe des Raumes ab und von der geplanten IT aber zum anderen auch von der strukturellen Raumaufteilung (Gang-Planung). Diese Kalt-/Warmgänge dienen dazu, die Luftzufuhr an den Racks mit kühler Luft zu versorgen und an den warmen Luftauslässen im „Warmgang“ gezielt abzuführen. Hier sollte man es tunlichst vermeiden, dass sich die warme Luft mit der Kaltluftzufuhr vermischt und somit eine höhere Eingangstemperatur für die Elektronik erzeugt.

Auch ist es sehr komplex anhand architektonischer Planungsleistungen zu verstehen, ob die erzeugte Kühlkapazität auch dort ankommt, wo es von Nöten ist – am Lufteinlass des spezifischen Racks. Ähnlich der Frage: „An welcher Stelle sollte man auf ein Wasserbett drücken, damit es an einer anderen definierten Stelle die höchsten Wellen schlägt?“

Kompliziert wird dies im Rechenzentrum, wenn im Zuluft-Bereich z.B. im Unterboden die Rohr- und Kabelkanalverlegung gewisse Strömungswiderstände erzeugen, welche die Luft in ganz andere Bereiche des Raumes führt.

Eine weitere Herausforderung sind dann die gelochten Bodenplatten, welche nach Öffnungsgrad und Position auch maßgeblich für die Luftzufuhr zuständig sind. Nimmt man zu wenig Luft aus dem Unterboden, wird das zugeordnete Rack zu warm, nimmt man zuviel Kühlluft durch große Öffnungen, stiehlt man die nötige Kühlkapazität anderen Racks.

Ist die Kühlluft erst einmal im Raum selber angekommen, sorgen die Rack-internen Lüftungskonzepte für entsprechende Luftansaugung. Auch hier stehen sich die Racks gegenseitig die Kühlluft.

All diese erwähnten Aufgabenstellungen kann man ohne frühzeitige 3D CFD Simulation erst korrigieren, wenn das Kind schon in den Brunnen gefallen ist, d.h. wenn das Rechenzentrum gebaut und die IT bestückt ist. Ein sehr gefährlicher und auch teurer Weg!

Kontrollierte Luftführung sorgt für eine geringe Ausfallwahrscheinlichkeit der Elektronik. Zudem bietet ein effektiver Einsatz lokaler Kühlkapazitäten hohe Energieeinsparungen auf Seiten der Klimatisierung.

Aber wie viele Betreiber können von sich behaupten, dass sie genauso große Sorgfalt drauf verwenden, die Rechenzentren zu managen, sobald sie den Betrieb aufgenommen haben? Sicherlich nicht viele. Deshalb erreicht ein Großteil der Rechenzentren niemals die Kapazität, für welche sie ursprünglich ausgelegt waren.

Dies ist vor allem dem rasanten Fortschritt der Technik geschuldet, durch den sich diese Branche auszeichnet. Während der Planungsphase sind die Verantwortlichen darauf angewiesen, Vermutungen darüber anzustellen, in welche Richtung sich das IT-Equipment entwickeln wird, welche punktuellen Verlustleistungen in der Zukunft realisiert und gekühlt werden müssen. Diese Vermutungen sollen die ganze Lebenszeit eines Rechenzentrums abdecken. Obwohl die Prognosen auf den besten Informationen der IT-Abteilung basieren, sind diese Voraussagen meist schon veraltet, bevor das Datenzentrum überhaupt in Betrieb geht.

Ein Beispiel dafür waren die Blade-Server: Als sie plötzlich in den Rechenzentren Einzug hielten, sorgten sie für viele unvermutete Probleme. Solche Technologiewechsel ziehen unausweichlich nach sich, dass die ursprünglichen, der Planung zugrunde liegenden Annahmen plötzlich nicht mehr gelten. Nicht weniger als drei solcher kompletter Technologiewechsel wird ein Rechenzentrum durchlaufen müssen, das auf eine Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren ausgelegt ist. Jeder dieser Wechsel kann einen Verlust an Kapazität nach sich ziehen, wenn er nicht sehr sorgfältig geplant und durchgeführt wird.

Die Kapazität eines Rechenzentrums gibt die Leistung des gesamten IT-Equipments an, welches in dem Gebäude untergebracht werden soll. Die Ingenieure, die die Datenzentren entwerfen, bringen eine Formel zum Einsatz, über die sie den Umfang zusätzlicher Kapazität für das Rechenzentrum

bestimmen. Diese Redundanz erlaubt es bis zu einem gewissen Grad, das Rechenzentrum auf Veränderungen oder Ausbauwünsche anzupassen.

Alle Schlüssel-Spezifikationen – das Layout der Schränke, die Leistungsdichte, die Netzwerkanbindungen und das Kühlungssystem – werden auf Basis der Kapazität berechnet. Nun gehen aber viele Methoden für die Planung und das Erstellen solcher Prognosen davon aus, dass ungenutzte Kapazität sofort zur Verfügung steht. Doch das Problem besteht wie am Anfang des Textes schon beschrieben darin, dass dies für den überwiegenden Teil dieser Kapazität schlicht nicht zutrifft.

Nun wurde es in den vorhergehenden Sätzen des Öfteren erwähnt – doch was ist 3D CFD Simulation und welche Möglichkeiten bietet diese „Vorhersagemethode“?

Jeder kennt in seinem Alltag mindestens eine Situation in welcher er wie gebannt auf 3D CFD Simulationsergebnisse schaut...die Wetterprognose. Doch sollte man die Zuverlässigkeit des Wetterfrosches nicht mit einer technisch basierten Simulationsanalyse vergleichen!

Bei der Wettervorhersage hat man viele „unkalkulierbare, zeitlich sich ändernden Einflüsse in einem Makrokosmos und nutzt für die Randbedingungen solch einer Simulation viele Annäherungen.

Bei einer technischen CFD Simulation spricht man meist von einem Mikrokosmos – eine klar definierte Betrachtung in einem für sich abgeschlossenen Raum. Dies kann in der Geräteentwicklung die Klimakammer oder in einem Rechenzentrum der Raum selber sein.

Durch den vom Architekten beschriebenen Umriss und der geplanten Raumhöhe ist der Simulationsraum schon einmal ohne jegliche Approximation unmissverständlich beschrieben. Diese 2D Zeichnung kann in einem Simulationswerkzeug wie 6SigmaROOM oder 6SigmaROOMLite importiert und für die Raumaufteilung im Simulationsmodell genutzt werden (**Bild 2**)



Bild 2: Modellaufbau auf Basis einer 2D Architektenzeichnung

Um den Raum neben den baulichen Grenzen als Rechenzentrum sauber zu definieren, stehen in 6SigmaROOM oder 6SigmaROOMLite folgende Möglichkeiten (weltweites Alleinstellungsmerkmal!) zur Verfügung:

Racks & IT-Equipment:

Durch eine umfangreiche, täglich wachsende Bibliothek (**Bild 3**) kann sämtliche Hardware im Raum verbaut werden. Sehr viele Hardwareanbieter, vom Rack-Hersteller über das IT-Equipment bis hin zu Kühlaggregaten, werden in der Bibliothek zur einfachen Drag & Drop-Raumbestückung in der Bibliothek aufgeführt. Doch bietet die Simulationssoftware 6SigmaROOM auch generische Modelle, welche pauschal durch eine Verlustleistung und einen Luftdurchsatz beschrieben werden können. Ein besonderer Service bietet hier der Hersteller der Software (FutureFacilities): Lizenznehmer können jederzeit fehlende Bibliothekparts anfragen und diese kostenlos bei Lieferung der entsprechenden Datenblätter, erstellen lassen.

Dies soll kein Werbeartikel werden – jedoch ist dieser Service eine maßgebliche Funktionserweiterung solch einer Simulationssoftware, dass wir diesen Aspekt als sehr wichtig und erwähnenswert erachten.



Bild 3: Hardware-Bibliotheken in 6SigmaROOMLite

Um das virtuelle Rechenzentrum in der Planungsphase zu komplettieren, stehen umfangreiche Werkzeuge zur Verfügung, den Boden inkl. Bodenhöhen und Stützen zu definieren, Fenster, Rampen, Türen oder sogar Beleuchtung zu erstellen und letztendlich auch die Verkabelung und die Verrohrung im Raum laut Planung zu verlegen. Hier können die Kabelkanäle mit teilweise offenen

oder komplett geschlossenen Trägern über Eingabewerte wie Öffnungsrate der Lochbleche oder Füllstand des Kanals beschrieben werden. Das Simulationstool erkennt aus diesen Angaben den richtigen Luftwiderstand und kommt somit in den Vorhersagen der Luftbewegungen der späteren Realität sehr nahe.

Zur Analyse von bestehenden Rechenzentren muss ein virtuelles Basismodell um mehrere Punkte ergänzt werden. Dies gilt für Details wie z.B. den meist chaotisch verlegten Kabelführungen im Doppelboden, ungeschlossene Durchbrüche im Boden und anderer Details, welche über die meist jahrelange Nutzungszeit dem Rechenzentrum hinzugefügt wurden.

Ein 3D CFD Werkzeug bieten mehr als nur eine Prognose der Druckverteilung im Unterboden

Ist das Modell aufgebaut wird es sozusagen virtuell angeschaltet. Dies kann eine eingeschwingene Betrachtung der aktuellen Situation sein oder eine zeitliche Betrachtung bei „What-if-Szenarien“ um die Redundanz der Kühlsysteme zu prüfen.

Die Kühlaggregate pumpen Kühlluft in den Raum und saugen an gleicher oder anderer Stelle warme Luft ab. Es entsteht ein Kreislauf, welcher nach dem Simulationslauf (Multicore-Berechnung auf leistungsstarken PCs) durch virtuelle Strömungsfäden im gesamten Raum visualisiert werden kann. Es ist dabei schön zu sehen ob der Unterboden den gewünschten Überdruck aufbaut und durch die Druckverteilung auch an jede wichtige Stelle des Raumes die Kühlluft presst. Über dem Boden kann man anhand der Strömungsfäden oder eingefärbte Lösungsschnitte (Temperatur, Druck oder Geschwindigkeiten) gut analysieren, welches Kühlaggregat welches Rack mit Kühlluft beliefert und welches Notszenario greift, falls es zu einem Aggregatsstillstand kommt.

Liegen diese Ergebnisse erst einmal vor, ist es ein Leichtes die Luftführung spielerisch zu optimieren und auch andere Kühlkonzepte (Einhausung der Gänge, Wandgeräte oder andere Raumaufteilungen) zu untersuchen.

Ein 3D CFD Programm simuliert nicht nur die Druckverteilung im Unterboden, sondern auch die Luftbewegungen im Raum. Dies beruht auf strömungsmechanischen, von der Physik bekannten Grundsätzen und nicht auf interpolierte Vorhersagemethoden.

Die 3D Simulation hat sich in den letzten 10 Jahren im Bereich der RZ-Planung und der betriebsbegleitenden Änderungsprüfung mehr und mehr durchgesetzt.

Ohne einen dreidimensionalen Einblick in die Luftwege und die Druckverteilung im Raum, verschenken Unternehmen bis zu 40 Prozent der geplanten Kapazität aufgrund erzeugter lokaler Hotspots.