



Whitepaper
eco Datacenter Expert Group

Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Ulrich Terrahe, Marc Wilkens

Stand: 05.Juni 2012

datacenter.eco.de

Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V.

WIR GESTALTEN DAS INTERNET.

eco
■ ■ ■

Inhalt

Über die Autoren	3
Vorwort	4
Zielgruppe	5
Problemschilderung	5
Zielsetzung	6
Basisdaten für die Orientierungshilfe	6
Rack-Kategorien	7
Analyse der Serverlasten	8
Rechenbeispiele je Kategorie	9
Leistungsdichten aus der Praxis	13
Zusammenfassung	15
Über eco	17



Über die Autoren

Ulrich Terrahe,
Geschäftsführer DC-CE RZ-Beratung GmbH

Ulrich Terrahe, Dipl.-Wirtsch-Ing (FH) studierte an den technischen Fachhochschulen in Gießen und Berlin. Erste berufliche Stationen waren Lennox Industries in England, die Kraftwerksunion, Rudolph Otto Meier und Raab Karcher Wärmetechnik.

Seit 1997 ist er ausschließlich in der Rechenzentrumsplanung tätig. Zunächst bei Schnabel AG (von 2000 bis 2007 als Vorstand), danach als Inhaber des eigenen Unternehmens dc-ce RZ-Beratung. Heute gilt er als Spezialist in der RZ-Branche und bietet Beratungs- und Planungsleistungen rund um die Infrastruktur von Rechenzentren.

Herr Terrahe referierte zu verschiedensten Rechenzentrums-themen auf nationalen und internationalen Konferenzen. Im Dezember 2007 gewann er in London den European Datacenter Award in der Kategorie „Future Thinking and Design Concepts“ und ist seitdem Mitglied in der Jury. Heute ist er Veranstalter für das Event „future thinking“ und des „Deutschen Rechenzentrumspreises“, einer Plattform für innovative Entwicklungen in der Branche.

<http://dc-ce.de>

Marc Wilkens,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter TU Berlin, FG IKM

Marc Wilkens ist Experte für Energieeffizienz in Rechenzentren. Er entwickelte das Verfahren für das Data Center Benchmarking der TU Berlin und ein umfassendes Kennzahlensystem, welches die Grundlage für die nachhaltige Erschließung von Einsparpotentialen bildet.

<http://blauerengel.ikm.tu-berlin.de/>

Von März 2010 bis April 2011 war Marc Wilkens als technischer Berater seitens der TU Berlin maßgeblich an der Erstellung der Vergabegrundlage zum „Blauen Engel für energiebewussten Rechenzentrumsbetrieb“ unter Leitung des Umweltbundesamtes beteiligt. Seit Anfang 2011 leitet er zudem die neue Kompetenzgruppe „Nachhaltiges IT-Management“ beim eco Verband.

Marc Wilkens hat sein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der TU Berlin im Herbst 2006 erfolgreich abgeschlossen. Von 2008 bis 2010 war er Geschäftsführer des „IFV-RE“ am Innovationszentrum Energie (IZE) der TU Berlin. Unter seiner Leitung wurde unter anderem die „Konzeptstudie zur Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren“ erstellt.

Seit Juni 2011 ist Marc Wilkens Projektleiter für die TU Berlin im BMWi-Projekt „Government Green Cloud Laboratory“. Außerdem arbeitet er an seiner Promotion zum Thema „Energieeffizienz in Rechenzentren“ – seine Studien beschäftigen sich mit der Entwicklung und Erprobung neuer Kennwerte zur Darstellung der Gesamteffizienz in Rechenzentren.

<http://www.it2green.de/de/778.php>

Seine Erfahrung aus zahlreichen RZ-Projekten stellt Marc Wilkens auch freiberuflich als beratender Ingenieur zur Verfügung. Hier erstellt er z.B. unabhängige Gutachten zur Energieeffizienz bei der Planung und im Betrieb von RZ und begleitet seine Kunden bei der praktischen Umsetzung von Messkonzepten.

<http://wilkens-esb.de/>



Vorwort

Auch wenn es schon seit vielen Jahren Rechenzentren, Rechenzentrumsplaner und -Dienstleister gibt, so hat doch erst die Liberalisierung der Telekommunikation 1996 die Basis für die heutige Rechenzentrumslandschaft gelegt. Mit der ungezügelten Phantasie des dotcom-Booms wurden zahlreiche Rechenzentren weltweit gebaut, die erst etliche Jahre später gefüllt wurden. Seinen traurigen Beitrag zu einem neuen Verständnis von Rechenzentren und Ausfallsicherheit hat natürlich auch 9/11 geliefert und die Anforderungen für ganze Industriezweige deutlich nach oben geschraubt. Nicht vergessen darf man aber auch, dass Moore's law seit nunmehr fast 50 Jahren immer wieder seine Gültigkeit bewiesen hat und die Hersteller von IT-Hardware sich gerne mit „größer, besser, weiter“ schmücken.

In den Anfängen unserer gerade mal 16 Jahre alten „Industrie“ wurde noch von moderaten Strom- und Kühlungsichten zwischen 500W/m^2 und 800W/m^2 ausgegangen. Heutzutage findet man im Prinzip keine Neubauten unter 1.000W/m^2 und oft wird die Erweiterung auf 1.500W/m^2 und mehr gleich eingeplant. Diese veränderten Ansprüche werden auch in den Ausschreibungen deutlich. Wurden vor 10 Jahren noch Quadratmeter angefragt, so stehen heute die kW-Leistung und die Leistungsdichte im Vordergrund. Die korrespondierende Fläche kann man sich dann leicht ausrechnen. So hat sich unsere Industrie in gerade mal einer Dekade komplett gedreht.

Nicht unerheblichen Anteil daran haben aber auch die Hersteller von IT-Hardware und -Software. Die Leistungsmöglichkeiten eines handelsüblichen Smartphones von heute konkurrieren locker mit denen von Standard-Servern in 1996. Während man vor 10 bis 15 Jahren noch um Platz für die Server rang, so sehen wir seit einigen Jahren immer längere und breitere Racks, so dass genügend Platz für die Strom- und Datenverkabelung vorhanden ist. Von 4HE-Servern, über 2HE-Server, Pizzaboxen und Blade-Centern hat die Miniaturisierung Einzug in die moderne Rechenzentrumswelt gehalten und wassergekühlte Racks bekommt man an „jeder Straßenecke“.

Dank Powerpoint, pdf, jpg, YouTube und zig Milliarden emails – um nur einige Beispiele zu nennen – sind auch die Anforderungen an den benötigten Speicherplatz dramatisch gestiegen. Und nicht nur, dass die benötigten Storageeinheiten nahezu exponentiell zuneh-

men, so ist auch deren Gewicht mit ca. $1,5\text{t/m}^2$ für fast jedes Rechenzentrum eine kleine Herausforderung und die Stromabnahme nimmt es gerne mit einem, mit Servern vollbestückten, Rack auf.

Mehr Angebot und mehr Vielfalt führen zwangsläufig zu einer sehr diversifizierten Rechenzentrumslandschaft mit sehr unterschiedlichen Anforderungen an Redundanz, Ausfallsicherheit, Strom- und Kühlungsichte. So gibt es heutzutage nicht mehr das nahezu einheitliche Design, wie es noch vor 15 Jahren weit verbreitet war. Das bedeutet also für alle Bauherren und Planer eine sehr genaue Vorarbeit bzgl. der kundenspezifischen Anforderungen heute und für die nächsten 10 bis 15 Jahre, denn das ist der Zeitraum, für den ein Rechenzentrum konzipiert wird.

Leider zeigt die Erfahrung, dass die Leistungsdichte je Quadratmeter bzw. je Rack von den Kunden oft viel zu hoch angegeben wird. Sei es aus Vorsicht, oder auch weil man sich zu sehr auf Herstellerangaben und Maximalströme verlässt. Neben den Herausforderungen diese hohen Leistungsdichten und Kühlungsicherheiten zu realisieren führt dies zwangsläufig zu einer überdimensionierten und damit zu teuren Lösung für alle Beteiligten.

Aus diesem Grunde wurde im Januar 2012 eine Expertenrunde in Darmstadt einberufen mit dem Ziel, realistische Strom- und Kühlungsichten für die verschiedensten Anforderungen in der heutigen Zeit zu definieren. Die Teilnehmer dieser Expertenrunde kamen aus den Bereichen der Rechenzentrums-Betreiber und -Planer sowie Server- und Softwarehersteller als auch aus der Forschung und Lehre und haben ihr Wissen vorgetragen und diskutiert.

Das Ergebnis dieser Expertenrunde ist in diesem Whitepaper niedergeschrieben und ist sicherlich nur der Anfang zahlreicher weiterer Diskussionen. Man braucht keine Glaskugel um festzustellen, dass die Ergebnisse dieser Expertenrunde in den nächsten Jahren immer wieder den neuen Gegebenheiten angepasst werden müssen. Aber sie bilden auf jeden Fall eine zuverlässige Basis für weitere Aktivitäten.

Viel Spaß beim Lesen!

Dr. Béla Waldhauser

Leiter der Kompetenzgruppe Datacenter Infrastruktur

Zielgruppe

Das Whitepaper richtet sich an Planer und Errichter bzw. Bauherren von Rechenzentren und Serverräumen des Mittelstandes, der Industrie, Banken- und Versicherungsbranche, die Rechenzentren für die Abwicklung ihres klassischen Geschäftes betreiben. Die Rechenzentren haben eine heterogene Anwendungsstruktur mit Anwendungen wie Exchange-, Web-, Print-, Fileservern, CRM-, Buchhaltungssoftware, Backup-, Archivierungssystemen etc.

Die IT-Dienstleistungen laufen auf marktüblicher Hardware wie einem, zwei oder mehr HE Servern oder auf vergleichbarer Bladeservertechnologie. Ferner wird davon ausgegangen, dass entsprechend Netzwerktechnik und gegebenenfalls Telekommunikationstechnik integriert ist.

Die hier vorgestellten Orientierungswerte für Leistungsdichten im RZ sind nicht gedacht für hochspezialisierte Rechenzentren wie z.B. Colocation, Webhosting oder High-Performance Computing.

Problemschilderung

Eine der wichtigsten Auslegungskriterien eines Rechenzentrums sind die anzusetzenden Leistungswerte. Welche elektrische Leistung wird für das Rechenzentrum heute und zukünftig benötigt und ist bei einer Laufzeit von 10 bis 15 Jahren anzusetzen?

Da häufig Messergebnisse als Basiswerte nicht vorliegen und die Entwicklung der EDV-Technologie nicht wirklich greifbar scheint, kommt es immer wieder zu Fehleinschätzungen.

Die am Markt diskutierten Leistungsangaben variieren von 2 kW bis 20 kW je Rack. Erschwerend kommt hinzu, dass auf Fachkonferenzen und bei Produktpräsentationen häufig nur die Hochleistungslösungen diskutiert werden; damit wird suggeriert, dass zwangsläufig immer mehr Leistung auf geringerem Raum benötigt wird.

Die Fehleinschätzung von Leistungsdichten hat Auswirkung auf alle Gewerke des Rechenzentrums.

Im Falle einer Überdimensionierung werden mehr Flächen für IKT und Gebäudetechnik benötigt. Die technischen Anlagen wie Transformatoren, USV-, Diesel und Schaltanlagen, Batterien, Klimageräte und Kälteerzeugungsanlagen werden größer.

Als grobe Faustformel kostet jedes kW Überdimensionierung 3.000 bis 5.000 Euro für ein Rechenzentrum mit einem guten n+1 Redundanzkonzept.

Bei einem Serverraum mit 5 Datenschränken, die jeweils mit 10 kW dimensioniert werden, tatsächlich aber nur 5 kW benötigen, wäre dieser Raum um 25 kW überdimensioniert und würde zwischen 75.000 und 125.000 Euro unnötige Investitionskosten binden.

Alternativ kann eine Falscheinschätzung der Leistungswerte auch zu einer Unterdimensionierung führen, so dass das Rechenzentrum zu schnell die Leistungsgrenze erreicht und Erweiterungen nicht mehr möglich sind. Diese Variante der Fehleinschätzung kommt allerdings eher selten vor.



Zielsetzung

Bislang stehen nur wenige Informationen zur Verfügung, die den Verantwortlichen für einen RZ-Neu- oder Umbau produkt- und lösungsneutral Hilfestellungen geben, um die Risiken einer Falschdimensionierung zu vermindern.

Dieses Whitepaper dient als erste grobe Orientierung, um die richtigen Leistungswerte für das IKT-Equipment eines Rechenzentrums zu erhalten.

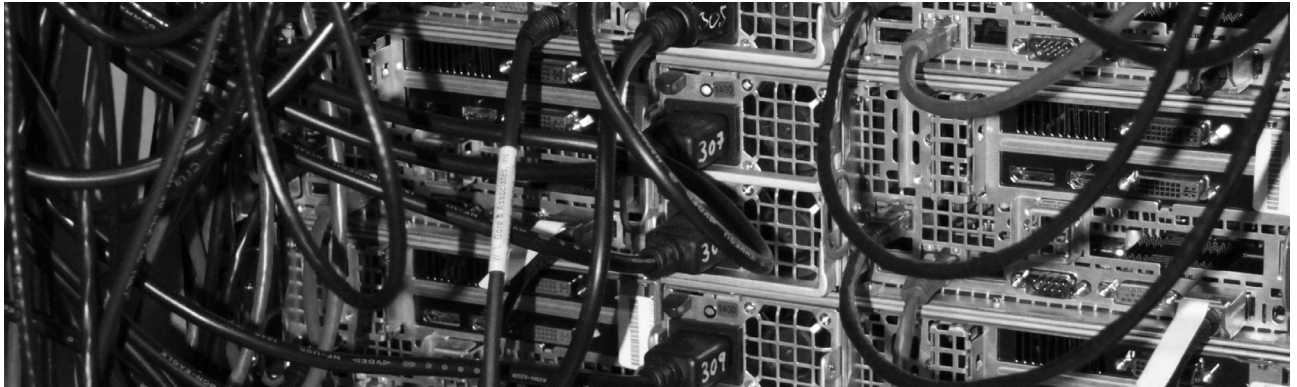
Es ersetzt keine Planung oder die individuelle Analyse von unmittelbaren Leistungswerten der eingesetzten bzw. geplanten IKT.

Prinzipiell gilt die Empfehlung, den wirklichen Bedarf aus einer Analyse der Energieverbräuche der Bestands-IT und die Leistungsverbräuche für die zukünftige IT mit Hilfe von Konfigurationsprogrammen zu ermitteln.

Ferner sollten eigenständige Abschätzungen für ein „Best- und Worst-Case-Szenario“ einfließen.

Basisdaten für die Orientierungshilfe

Die Aussagen dieses Whitepapers basieren auf Recherchen, Berechnungen und Messergebnissen sowie auf Erfahrungswerten. Ausgangspunkt war eine Expertenrunde, die in einem Workshop am 18. Januar 2012 in Darmstadt die aktuellen und zukünftig erwarteten Leistungswerte für Rechenzentren analysiert und diskutiert hat. Hierbei sind sowohl die Erfahrungen von RZ-Betreibern, -Planern, Server- und Softwareherstellern als auch Forschungsergebnisse vom OFFIS Institut und der Technischen Universität Berlin eingeflossen. Dazu wurden aktuelle Leistungswerte verschiedener Server in verschiedenen Lastbereichen gemessen und alternativ mit von Herstellern bereitgestellten Konfigurationsprogrammen berechnet. Ferner wurden die Ergebnisse einer Studie (Datacenter Benchmarking) der TU Berlin berücksichtigt, bei der die Daten von 74 Rechenzentren zusammengetragen wurden. Auf der Basis dieser Informationen wurden „Best-practice-Szenarien“ entwickelt, die die Ergebnisse auf eine breit verwendbare Trendaussage reduzieren konnten.



Rack- Kategorien

Das Whitepaper unterscheidet für die definierte Zielgruppe vier unterschiedliche Rack-Kategorien.

Hierbei wurde jede Rack-Kategorie so angesetzt, dass davon ausgegangen werden kann, dass mehr als 80% der aktuell betriebenen Racks entsprechend der zugeordneten Kategorie unterhalb der angesetzten Rahmenbedingungen und damit der ermittelten Leistungswerte liegen. Diese Annahmen gelten nur für Racks, die IKT-Technik einsetzen, die jünger als vier Jahre ist. Ältere IKT-Komponenten sind häufig weniger energieeffizient und werden in diesen Berechnungen nicht berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem RZ-Neubau bzw. Umbau ältere IKT-Technik ausgetauscht wird.

Kategorie 1

Die Rack-Kategorie 1 „Normal“ ist eine Standardrack mit 42 Höheneinheiten (HE), einem durchschnittlichen Belegungsgrad mit IKT-Komponenten (aktive Technik) von 70% und einer heterogenen Serverstruktur, bestehend aus Servern mit einer Höheneinheit (HE oder U), zwei Höheneinheiten oder mehreren Höheneinheiten. Der Anteil physischer Server, auf denen virtuelle Maschinen laufen (Virtualisierungsgrad), liegt unter 25% und die mittlere Auslastung der Server liegt bei 20%. Aus der Diskussion der Expertenrunde liegen mehr als 80% der Racks der oben genannten Zielgruppe mit geringem Virtualisierungsgrad unterhalb dieser Ausstattungsmerkmale.

Kategorie 2

Die Rack-Kategorie 2 „Virtuell“ ist ein Standardrack mit einem durchschnittlichen Belegungsgrad mit IKT-Komponenten (aktive Technik) von 70% und einer heterogenen Serverstruktur, bestehend aus Servern mit einer Höheneinheit (HE oder U), zwei Höheneinheiten oder mehreren Höheneinheiten. Die Rackbelegung ist damit identisch mit der Rack-Kategorie 1 (s.o.). Allerdings wird angenommen, dass der Virtualisierungsgrad der Server bei über 50% liegt, womit die mittlere Auslastung der Server im Durchschnitt auf 60% ansteigt. Aus der Diskussion der Expertenrunde liegen mehr als 80% der Racks der oben genannten Zielgruppe mit hohem Virtualisierungsgrad unterhalb dieser Ausstattungsmerkmale.

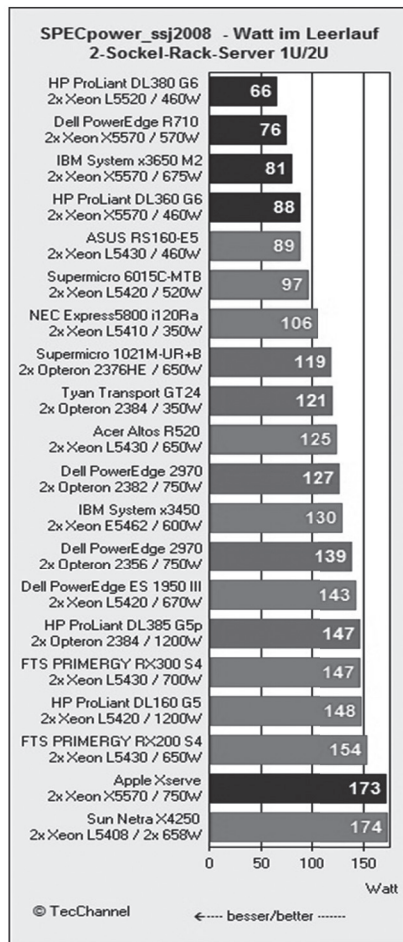
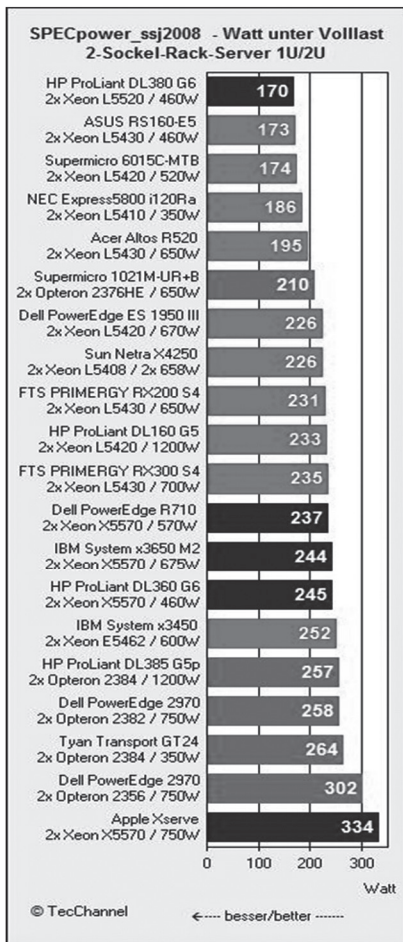
Kategorie 3

In der Rack-Kategorie 3 „Blade normal“ kommen Blade-Center zum Einsatz, die im Wesentlichen als Ersatz für die Standardserver eingesetzt werden. Hier werden noch keine hochspezialisierten Anwendungen betrieben. Das Beispiel-Rack der Kategorie 3 wird mit 2 Blade-Centern und drei 1-HE Servern ausgestattet, womit die Belegung des Racks bei 50% liegt. Die maximale Auslastung der Server wird mit 60% angesetzt.

Kategorie 4

In der Rack-Kategorie 4 „Blade höherer Anspruch“ kommen ebenfalls Blade-Center zum Einsatz, die nun auch für hochspezialisierte Anwendungen genutzt werden. Angenommen wird, dass vier Blade-Center zum Einsatz kommen, die Belegung des Racks bei 70% liegt und die Server mit maximal 75% ausgelastet sind.

Tabelle 1



Leistungsaufnahme 1/2HE Server im Max. und Idle Modus

(Quelle: Techchannel; 2009)

Leistungsaufnahme pro Rack

Quelle: TU Berlin, FG IKM (2012) nach SPEC-Serverdaten von 2008-2011

Tabelle 2

Auslastung	1HE Server	2 HE Server	4 HE Server	Blade-Center
100%	200 W	280 W	680 W	2950 W
60%	145 W	220 W	560 W	2000 W
20%	100 W	160 W	450 W	1500 W

Analyse der Serverlasten

Basis für die Leistungsermittlung sind die Leistungsdaten der Server. Hierbei unterscheidet man die Netzteilleistung, die Maximalleistung und die Leistung im Teillastbetrieb. Zur Gesamtlastermittlung des Rechenzentrums sollte auf keinen Fall die Netzleistung aller Server addiert werden. Diese führt zu einer Überdimensionierung mit den beschriebenen Auswirkungen.

Unabhängig davon ist aber die richtige Absicherung der Server zu beachten, was durch entsprechende Fachkräfte sicherzustellen ist.

Die tatsächlichen Leistungsdaten von Servern erhält man über eigene Messungen. Alternativ bekommt man vom unabhängigen Institut SPEC (Standard Performance Evaluation Corporation) Leistungsdaten von vielen Servern (und Serverkomponenten), die alternativ als Auslegungswerte verwendet werden können.

In der Tabelle 1 sind von TecChannel die gängigen 1HE/2HE Server mit ihren Leistungen unter Maximallast und im Idle Modus dargestellt. Hier liegen die Lasten bei 170 bis 334 Watt im Vollmodus und 66 bis 174 Watt im Leerlauf.

In der Tabelle 2 wurden die SPEC-Daten verschiedener Server unterschiedlicher

Technologien bzw. Höheneinheiten für die Jahre 2008 bis 2011 ausgewertet. Daraus ergeben sich mittlere Leistungswerte für vergleichbare Servertechnologien von unterschiedlichen Herstellern. Diese Mittelwerte wurden für verschiedene Serverauslastungen (100, 60, 20%) berechnet. Für die Planung von neuen Serverräumen oder Rechenzentren sollten die Energie- bzw. Leistungswerte grundsätzlich nicht schlechter als diese Durchschnittswerte angenommen werden, da sich i. d. R. die Effizienz neuer Servertechnologien in den letzten Monaten verbessert hat.

Anhand dieser Datenanalyse wird deutlich, dass das Lastverhalten der gängigen Server für die oben definierte Zielgruppe schon nahe beieinander liegt und damit die Abschätzungen in diesem Whitepaper eine gute Genauigkeit bekommen. Trotzdem muss darauf hingewiesen werden, dass z. B. Abweichungen von 100% zwischen dem Server einer geringen Last und Server einer hohen Last möglich sind, so dass eine genaue Analyse der IKT-Komponenten immer sinnvoll ist.

Für einen ersten Bedarfscheck zur Planung von IT-Lasten in Rechenzentren ist die nachfolgende Orientierungshilfe aber eine gute Grundlage.



Rechenbeispiele je Kategorie

Nachfolgend werden vier typische Beispiele zur Ermittlung von Leistungsdichten für verschiedene Bestückungen von Racks mit IKT-Komponenten dargestellt.

Beispiel Rack-Kategorie 1 „Normal“:

Für die Berechnung eines Beispiel-Racks entsprechend der definierten Kategorie 1 wurde ein 42-HE-Rack mit sechs 1-HE Servern, sieben 2-HE Servern, zwei 4-HE Servern und zwei Switchen mit insgesamt 30 aktiven Ports bestückt. Dies entspricht einer Rackbelegung mit aktiven Komponenten von gut 70% bzw. 30 HE.

Für die oben definierte Serverlast von 20% Auslastung ergeben sich im Mittel über die relevanten SPEC-Servertypen folgende Leistungsaufnahmen:

Leistungsdichte je Rack für Rack-Kategorie 1

Quelle: TU Berlin, FG IKM (2012) nach SPEC-Serverdaten von 2008-2011

Tabelle 3

Belegung		Auslastung					
Anzahl	Serverart	20% (Rack-Kategorie 1)		60% (Rack-Kategorie 2)		100% (theor. Maxlast)	
		1 Server	Summe	1 Server	Summe	1 Server	Summe
6	1-HE Server	100 W	600 W	145 W	870 W	200 W	1200 W
7	2-HE Server	160 W	1120 W	220 W	1540 W	280 W	1960 W
2	4-HE Server	450 W	900 W	560 W	1120 W	680 W	1360 W
2	Switche (30 aktive Ports)	180 W	360 W	180 W	360 W	180 W	360 W
Leistungsdichte je Rack			2980 W		3890 W		4880 W

Für die Kategorie 1 ergibt sich damit eine Leistungsdichte von knapp 3 kW pro Rack.

Für die Leistungsaufnahme aktueller Switch-Modelle kann man annehmen, dass der Energiebedarf mit der Anzahl aktiver Ports steigt; die benötigte Leistung der Switche ist derzeit nicht oder nur sehr gering abhängig von der Auslastung der Ports.

Beispiel Rack-Kategorie 2 „Virtuell“:

Für die Berechnung eines Beispiel-Racks entsprechend der definierten Kategorie 2 wurde eine 42-HE Rack ebenfalls mit sechs 1-HE Servern, sieben 2-HE Servern, zwei 4-HE Servern und zwei Switchen mit insgesamt 30 aktiven Ports bestückt. Die Rackbelegung ist damit identisch mit der Rack-Kategorie 1 (s.o.). Allerdings wird bei der Rack-Kategorie 2 davon ausgegangen, dass aufgrund von Servervirtualisierung die Auslastung der Server im Durchschnitt auf 60% ansteigt. Damit ergeben sich im Mittel folgende Leistungsaufnahmen:

Leistungsermittlung je Rack für Rack-Kategorie 2

Quelle: TU Berlin, FG IKM (2012) nach SPEC-Serverdaten von 2008-2011

Tabelle 4

Belegung		Auslastung					
Anzahl	Serverart	20% (Rack-Kategorie 1)		60% (Rack-Kategorie 2)		100% (theor. Maxlast)	
		1 Server	Summe	1 Server	Summe	1 Server	Summe
6	1-HE Server	100 W	600 W	145 W	870 W	200 W	1200 W
7	2-HE Server	160 W	1120 W	220 W	1540 W	280 W	1960 W
2	4-HE Server	450 W	900 W	560 W	1120 W	680 W	1360 W
2	Switche (30 aktive Ports)	180 W	360 W	180 W	360 W	180 W	360 W
Leistungsdichte je Rack			2980 W		3890 W		4880 W

Die Leistungsdichte eines Racks der Kategorie 2 liegt damit für die beschriebene Rackbelegung und Serverauslastung bei knapp 4 kW pro Rack.

Beispiel Rack-Kategorie 3 „Blade Normal“:

Für die Berechnung eines Beispiel-Racks entsprechend der definierten Kategorie 3 wurde eine 42-HE Rack mit zwei Blade-Centern, drei 1-HE Servern, drei 2-HE Servern und zwei Switchen mit insgesamt 16 aktiven Ports bestückt. Dies entspricht einer Rackbelegung von 24-HE; damit ist das Rack zu knapp 60% mit aktiven Komponenten belegt.

Ohne Einsatz von hochspezialisierten Anwendungen (z. B. Batch-Jobs im High-Performance Computing) führt die Verwendung von Bladetechnologie in den Racks hier zu einer Auslastung der Server von maximal 60%. Damit ergibt sich die folgende mittlere Leistungsaufnahme für die relevanten SPEC-Servertypen:

Leistungsermittlung je Rack für Rack-Kategorie 3

Quelle: TU Berlin, FG IKM (2012) nach SPEC-Serverdaten von 2008-2011

Tabelle 5

Belegung		Auslastung					
Anzahl	Serverart	20%		60% (Rack-Kategorie 3)		100% (theor. Maxlast)	
		1 Server	Summe	1 Server	Summe	1 Server	Summe
3	1-HE Server	100 W	300 W	145 W	435 W	200 W	600 W
3	2-HE Server	160 W	480 W	220 W	660 W	280 W	840 W
2	Blade-Center	1500 W	3000 W	2000 W	4000 W	2950 W	5900 W
2	Switche (16 aktive Ports)	150 W	300 W	150 W	300 W	150 W	300 W
Leistungsdichte je Rack			4080 W		5395 W		7640 W

Die Rack-Kategorie 3 weist damit eine Leistungsdichte von maximal 6 kW pro Rack für die oben genannte Belegung des Racks auf.

Beispiel Rack-Kategorie 4 „Blade höhere Anforderungen“:

Für die Berechnung eines Beispiel-Racks entsprechend der definierten Kategorie 4 wurde eine 42-HE Rack mit vier Blade-Centern und zwei Switchen mit insgesamt 30 aktiven Ports bestückt. Dies entspricht einer Rackbelegung von 30-HE; das Rack ist somit zu ca. 70% mit aktiven Komponenten belegt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass für diesen intensiven Einsatz von Bladetechnologie eine genaue Planung der Serverauslastung (z.B. über planbare Batch-Jobs) erfolgt. Die Auslastung der Server steigt damit auf 75% an und es ergeben sich folgende Leistungsaufnahmen:

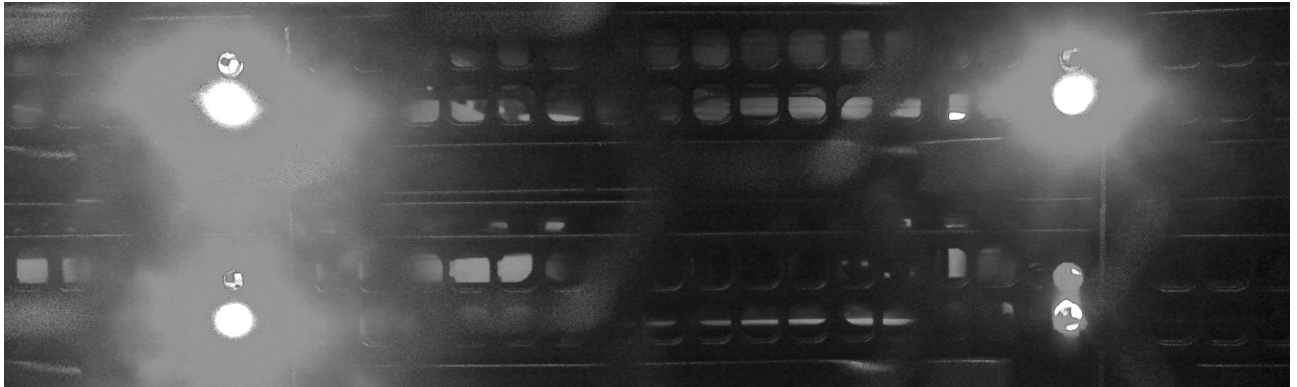
Leistungsermittlung je Rack für Rack-Kategorie 4

Quelle: TU Berlin, FG IKM (2012) nach SPEC-Serverdaten von 2008-2011

Tabelle 6

Belegung		Auslastung					
Anzahl	Serverart	20%		75% (Rack-Kategorie 4)		100% (theor. Maxlast)	
		1 Server	Summe	1 Server	Summe	1 Server	Summe
4	Blade-Center	1500 W	6000 W	2400 W	9600 W	2950 W	11800 W
2	Switche (30 aktive Ports)	180 W	360 W	180 W	360 W	180 W	360 W
Leistungsdichte je Rack			6360 W		9960 W		12160 W

Für die Rack-Kategorie 4 ergibt sich damit eine Leistungsdichte pro Rack von maximal 10 kW für die oben genannte Belegung und Auslastung.



Leistungsdichten aus der Praxis

Ergebnisse des Data Center Benchmarking
der TU Berlin

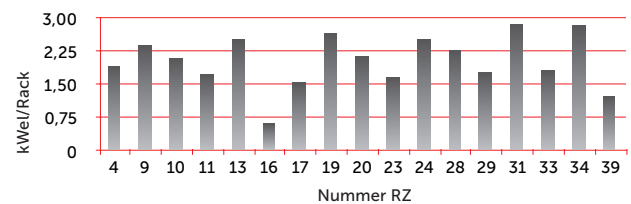
Die oben aufgeführten Annahmen und Berechnungen werden auch durch die Ergebnisse aus den Umfragen der TU Berlin zur Energieeffizienz in RZ bestätigt.

Die TU Berlin hat an den Fachgebieten Informations- und Kommunikationsmanagement (IKM) und Energieverfahrenstechnik (EVUR) das Data Center Benchmarking (DCB) entwickelt. Seit 2009 werden hier regelmäßig Daten zum Energiebedarf und zur RZ-Infrastruktur erhoben. Bisher haben 74 RZ am DCB teilgenommen. Die Auswertung lässt unter anderem erkennen, dass die Leistungsdichte in RZ auch vom Betriebszweck des RZ abhängig ist (vgl. Annahmen zu den Rack-Kategorien oben). Die Ergebnisse aus dem DCB zeigen damit deutlich die Unterschiede für die Rack-Kategorien 1 und 2 sowie 3 bzw. 4. Die Rack-Kategorien 3 und 4 wurden im DCB bisher nicht getrennt erhoben.

Rack-Kategorie 1:

Bei RZ, in denen die IKT überwiegend der Rack-Kategorie 1 entspricht, sind die Server i. d. R. nicht oder nur in geringem Maße virtualisiert. Im DCB setzen lediglich 2 RZ aus der Kategorie 1 die Virtualisierung in geringem Maße ein; die anderen 15 RZ betreiben keine virtuellen Maschinen.

RZ-Leistungsdichten Rack-Kategorie 1



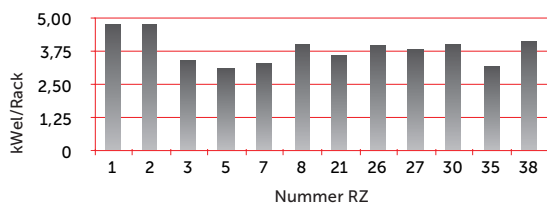
Quelle: Data Center Benchmarking, TU Berlin, Stand April 2012

Das Ergebnis des DCB zeigt, dass die Leistungsdichte in RZ, die überwiegend Racks der Kategorie 1 einsetzen, durchschnittlich 2 kW pro Rack beträgt; die maximale Leistungsdichte für die Rack-Kategorie 1 im DCB liegt bei knapp 2,9 kW pro Rack. Damit liegen die Ergebnisse des DCB im Durchschnitt noch um ca. 1 kW unter den Ergebnissen der Beispielberechnungen (s. o.).

Rack-Kategorie 2:

Für RZ mit einem hohen Virtualisierungsgrad¹ (vgl. Rack-Kategorie 2) steigt die Auslastung der Server deutlich an. Im DCB sind in RZ, die hauptsächlich die Rack-Kategorie 2 aufgebaut haben, durchschnittlich 2 von 3 Servern virtualisiert.

RZ-Leistungsdichten Rack-Kategorie 2



Quelle: Data Center Benchmarking, TU Berlin, Stand April 2012

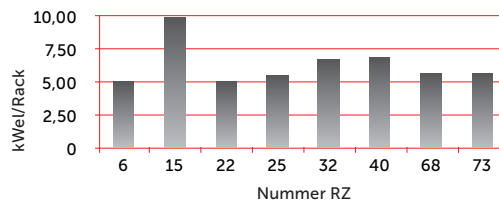
Die Leistungsdichte liegt mit 3,9 kW im Durchschnitt um 1 kW pro Rack höher als bei der Kategorie 1 ohne Virtualisierung; die Ergebnisse des DCB stimmen hier gut mit den Beispiel-Rechnungen oben überein. Der maximale Wert der Leistungsdichte im DCB beträgt knapp 4,8 kW pro Rack - in diesem RZ werden einzelne physische Server mit bis zu 17 VMs betrieben, was wiederum auf eine spezielle Anwendung in diesem RZ hindeutet.

Hinweis: Ein direkter Zusammenhang zwischen der höheren Leistungsdichte (installierte IT-Leistung) und dem Einsatz von Virtualisierungstechniken (Auslastung der Server) kann aus den Ergebnissen des DCB bisher nicht abgeleitet werden. Die praktischen Erfahrungen der Expertengruppe bestätigten jedoch diesen Zusammenhang.

Rack-Kategorien 3 und 4:

Im DCB wurde auch eine Reihe von RZ erfasst, die überwiegend Blade-Center und Mainframe-Technologie einsetzen. Der größte Teil dieser RZ wird im wissenschaftlichen Bereich für High-Performance Computing betrieben. Hier werden sehr hohe Auslastungen der Server durch den ausschließlichen Betrieb der Server mit Batch-Jobs und dem Einsatz von parallelen Rechenoperationen erreicht. Die Leistungsdichten sind daher vergleichbar mit den Rack-Kategorien 3 und 4.

RZ-Leistungsdichten Rack-Kategorie 3 und 4



Quelle: Data Center Benchmarking, TU Berlin, Stand April 2012

Im DCB wurde die maximale Leistungsdichte von 10 kW für ein RZ aus dem Bereich HPC mit dezidiert Mainframe-Technologie gemessen. Mit gut 6 kW liegt die mittlere Leistungsdichte im DCB jedoch deutlich unter dieser maximalen Leistung und auch unter der oben bestimmten Leistung von 10 kW pro Rack. Der Durchschnittswert für die Leistungsdichte ist hier allerdings weniger aussagekräftig, da die Kategorien 3 und 4 zusammen betrachtet wurden.



Zusammenfassung

Das Whitepaper beschäftigt sich damit, die Leistungsdichte von Rechenzentren zu bestimmen; damit sollen realistische Orientierungswerte für die Auslegung und Dimensionierung von Rechenzentren mit den notwendigen technischen Infrastrukturen bereitgestellt werden.

Das Papier richtet sich an Planer, Errichter und Betreiber von Rechenzentren, die ein Rechenzentrum nicht als Kerngeschäft betreiben, keine spezialisierten Anwendungen (Gaming, Webhosting etc.) betreiben und mit heterogener Serverlandschaft arbeiten.

Die erarbeiteten Ergebnisse dienen als erste grobe Orientierungsgröße um die notwendige Gesamtleistung eines Rechenzentrums richtig einzuschätzen. Insbesondere sollen damit Überdimensionierungen vermieden werden. Die Ergebnisse sollen den Leser dazu anregen, sich ernsthaft mit dem Thema Ermittlung der Leistungsdichte für seine spezifischen Bedarfe zu beschäftigen.

Im Rahmen der Untersuchungen haben sich vier Kategorien unterschiedlicher Nutzung von Racks herauskristallisiert. Die tatsächlichen Grenzen zwischen den einzelnen Kategorien sind häufig fließend, insbesondere im Rahmen des Umbaus eines Rechenzentrums. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass eine Umstellung von einer Kategorie auf eine andere in der Regel mit Platzeinsparungen (weniger Server) und damit nicht mit Laststeigerungen verbunden ist.

Die in Tabelle 7 ausgewiesenen Werte fassen die oben aufgeführten Berechnungen, Analysen und Erfahrungsberichten zusammen.

Orientierungshilfe zur Einschätzung der Leistungsdichte von Racks für Rechenzentren und Serverräume

Rack-Kategorien	Rahmenbedingungen	Leistungsdichte je Rack
Kategorie 1 „Normal“	heterogene Serverstruktur (1-HE Server, 2-HE Server, mehr HE Server) bis 70% Belegung der Racks mit IKT-Komponenten geringer Virtualisierungsgrad ($< 25\%$) Auslastungsgrad Server ca. 20%	$< 3 \text{ kW}$
Kategorie 2 „Virtuell“	siehe Rack-Kategorie 1 siehe Rack-Kategorie 2 hoher Virtualisierungsgrad ($> 50\%$) Auslastungsgrad Server 60%	$< 4 \text{ kW}$
Kategorie 3 „Blade Normal“	Einsatz von Bladetechnologie keine spezialisierten Anwendungen bis 60% Belegung der Racks mit aktiven Komponenten Auslastungsgrad Server bis 60%	$< 6 \text{ kW}$
Kategorie 4 „Blade höherer Anspruch“	schwerpunktmäßig Bladetechnologie mit spezialisierten Anwendungen bis 70% Belegung der Racks mit aktiven Komponenten Auslastungsgrad Server bis 75%	$< 10 \text{ kW}$

Tabelle 7

¹ Virtualisierungsgrad meint hier die Anzahl der virtuellen Server im Verhältnis zur Anzahl der physischen Server im gesamten Rechenzentrum.

Die Vorgehensweise für die erste Ermittlung einer Leistungsdichte für ein Rechenzentrum wäre die Klassifizierung der geplanten Racks in eine der oben genannten Kategorien und die Aufsummierung aller Racks zur Bestimmung der gesamten elektrischen IKT-Leistung. In der Regel liegt das Ergebnis immer noch oberhalb der tatsächlichen Lasten, weil sich die Annahmen dieses Whitepapers jeweils an den oberen Lastgrenzen orientieren, die bei der Zielgruppe festgestellt wurde.

Die Analyse zeigt weiter, dass in den letzten Jahren trotz einer Performancesteigerung eines Servers der Energiebedarf der neueren Servergeneration gesunken ist. Aus heutiger Sicht ist nicht zu erkennen, dass sich dieser Trend ändert. Vielmehr ist zu erkennen, dass der Energiebedarf eines Servers im Idle-Modus weiter sinkt und somit das Lastverhalten wesentlich dynamischer wird.

Unabhängig davon ist zu berücksichtigen, dass sich die Performanceanforderungen eines Servers aus den Anwendungen definieren, die darauf laufen. Sehr häufig werden noch viel zu leistungsstarke und „energiehungrige“ Server für Anwendungen eingesetzt, die dies gar nicht benötigen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Auseinandersetzung mit Servern und deren Lastverbräuchen notwendiger Bestandteil einer Rechenzentrumsplanung sein sollte.

Über eco

eco ist seit über 15 Jahren der Verband der Internetwirtschaft in Deutschland und vertritt deren Interessen gegenüber der Politik und in internationalen Gremien.

Mit rund 600 Mitgliedsunternehmen gestaltet er das Internet: eco entwickelt Märkte, fördert Technologien und formt Rahmenbedingungen. In seinem Kompetenz-Netzwerk befasst er sich mit Infrastrukturfragen, rechtlich-regulativen Aufgabenstellungen, innovativen Anwendungen und der Nutzung von Inhalten.

Schwerpunkt der Verbandsarbeit ist es, die verschiedenen Standpunkte in der Wirtschaft mit denen der Politik zu vereinen und die Kommunikation aller Marktteilnehmer untereinander zu fördern. eco bietet dazu viele offene Veranstaltungen an, um die beteiligten Kreise zusammenzuführen und Transparenz innerhalb der Debatten zu schaffen.

Detaillierte Informationen zu eco finden Sie auf der Verbands-Website unter:

www.eco.de.



eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V.
Lichtstraße 43h, 50825 Köln
fon +49(0)221/700048-0, fax +49(0)221/700048-111
info@eco.de, www.eco.de

WIR GESTALTEN DAS INTERNET.

eco
■ ■ ■