

Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Ulrich Terrahe



Marc Wilkens



Grobe Kostenindexe für ein Rechenzentrumsbetrieb (ohne Grundstück, Netzwerk, IT und Datenschränke)

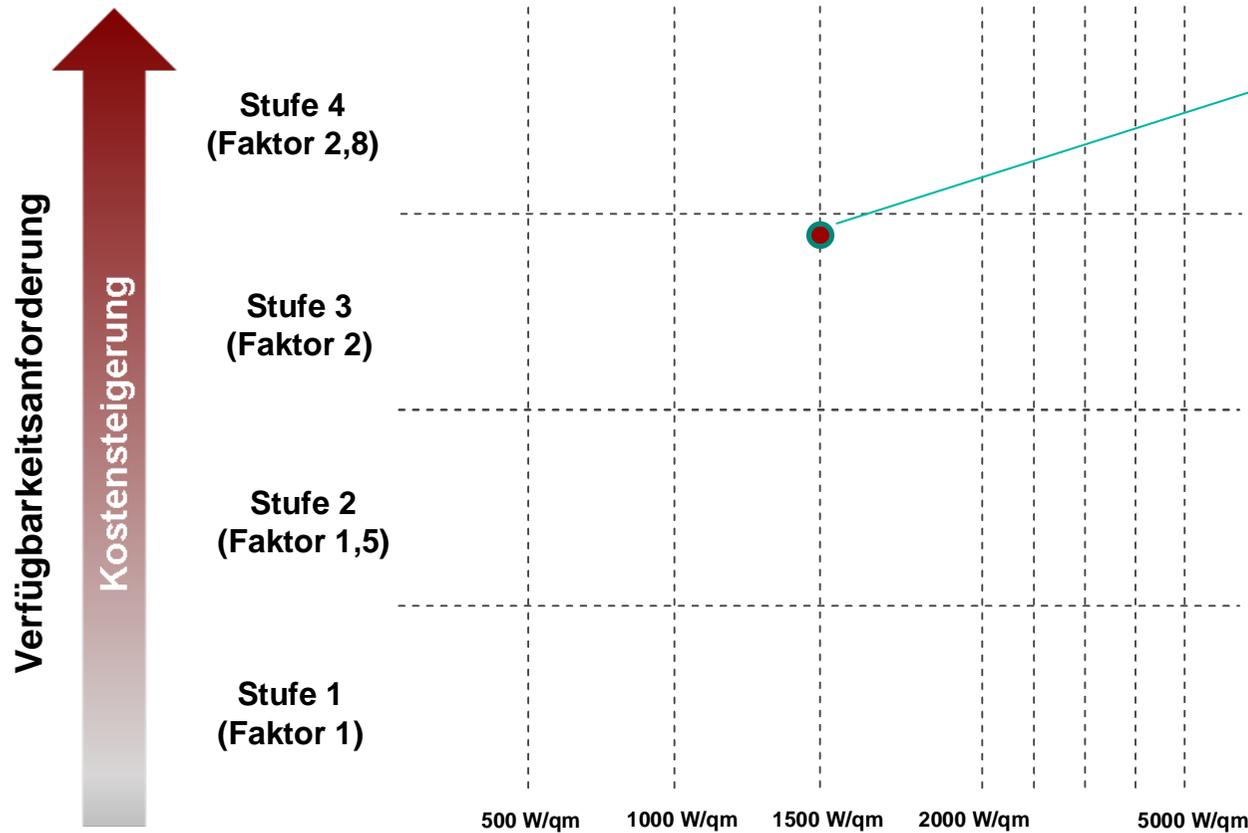
Perspektive Sicherheit	Kosten €/m2 RZ Fläche (Basis 1000W/m2)	Perspektive Leistung	Kosten €/W IT Leistung (Basis Tier 3) (6,00 – 8,00 €/W)
Tier 1 (n)	4.000 €/m2	750 W/m2	6.500 €/m2
Tier 2 (n+1) einfach	6.000 €/m2	1250 W/m2	10.000 €/m2
Tier 3 (n+1) keine Abschalt.	8.000 €/m2	1750 W/m2	13.500 €/m2
Tier 4 n+n (2n+1)	12.000 €/m2	2500 W/m2	17.500 €/m2

Basis 1000 m2 RZ Fläche, Korrekturfaktoren bei Abweichungen

Gewerk	Bauwerk	Elektrot.	Klima/Kälte	Sonstiges	Overhead
Kostenanteil	20 - 25 %	26 - 32 %	17 - 24 %	8 – 12 %	12 - 17 %

Basis Tier 3, 1000 m2 RZ Fläche

Grobe Kostenermittlung für ein Rechenzentrum (> 500 m² < 3000 m²)



Beispiel:

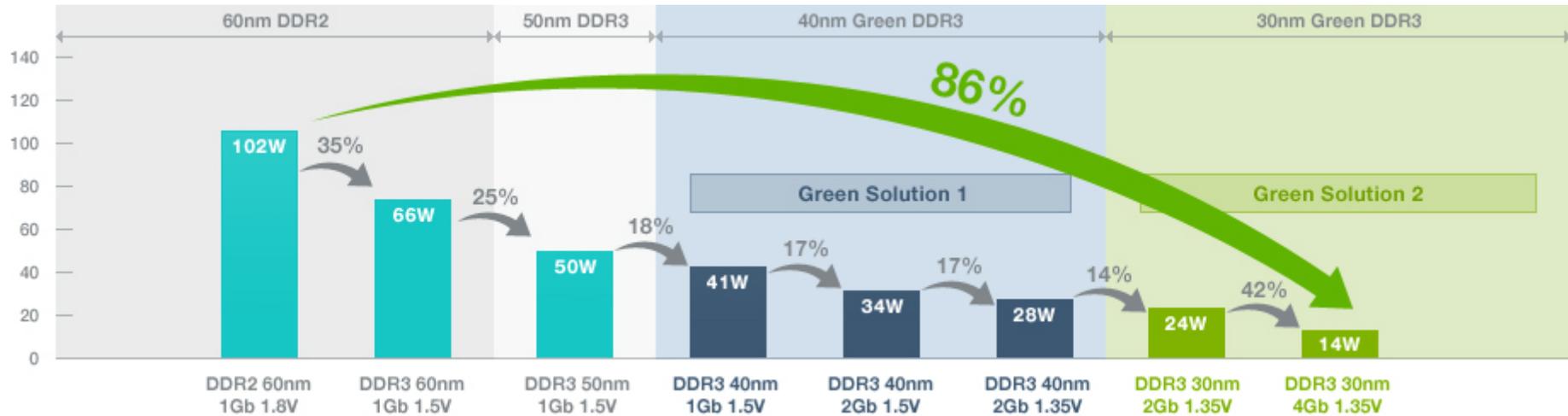
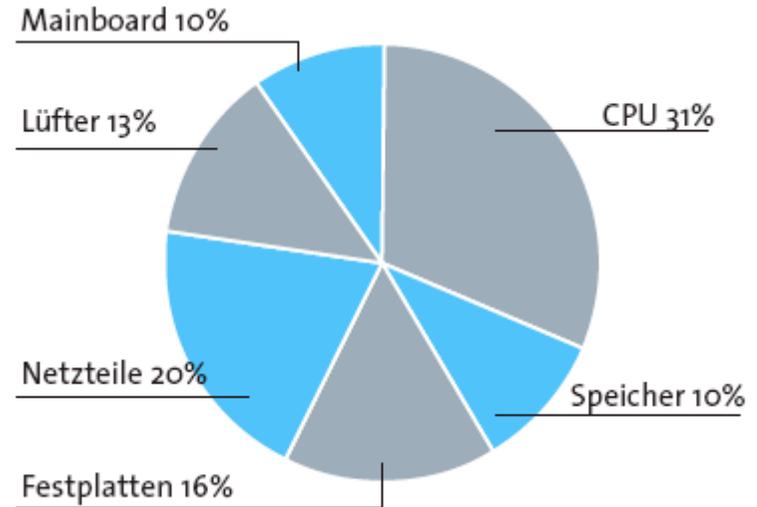
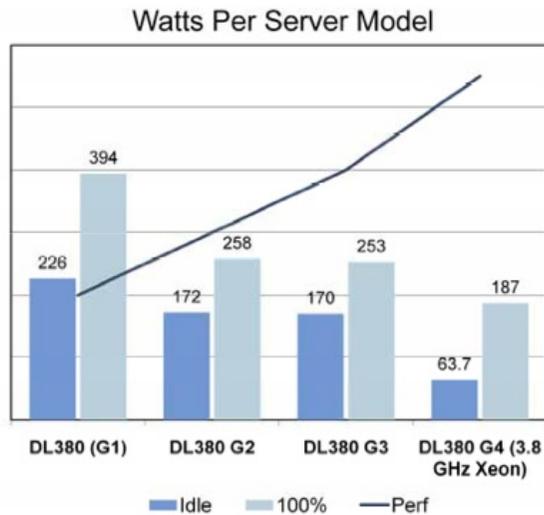
Anforderung:
 RZ Fläche: 1000 m²
 Verfügbarkeit: Stufe 3 +
 Leistung: 1.500 W/m²

Berechnung:
 1000 m² x 1500 W/m²
 x Faktor 2,4 x 4 €/W

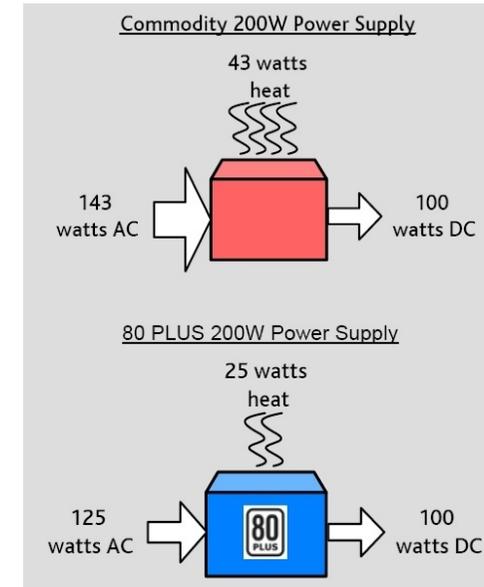
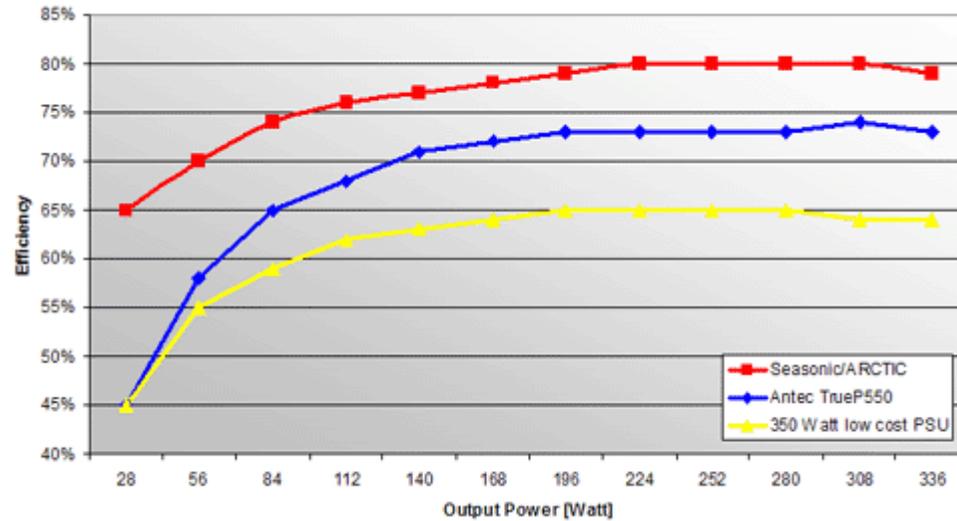
Ergebnis:
 14.400.000 Euro



Server Komponenten – Trend Energieeffizienz



Netzteile – Wirkungsgrad und Effizienz



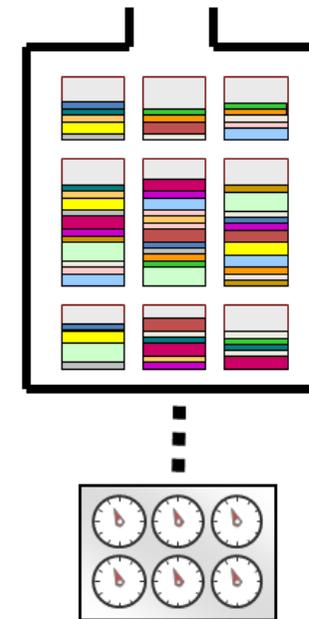
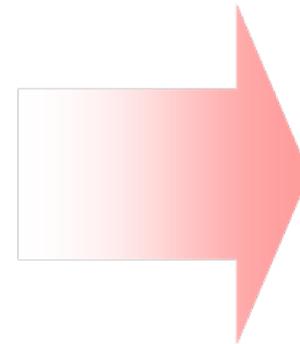
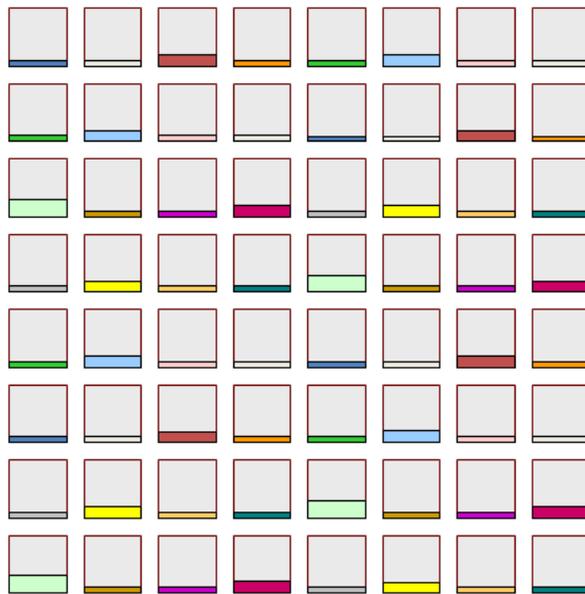
Wirkungsgrad bei	20 % Last	50 % Last	100 % Last
80 PLUS	80 %	80 %	80 %
80 PLUS Bronze	82 %	85 %	82 %
80 PLUS Silver	85 %	88 %	85 %
80 PLUS Gold	87 %	90 %	87 %
80 PLUS Platinum	90 %	92 %	89 %



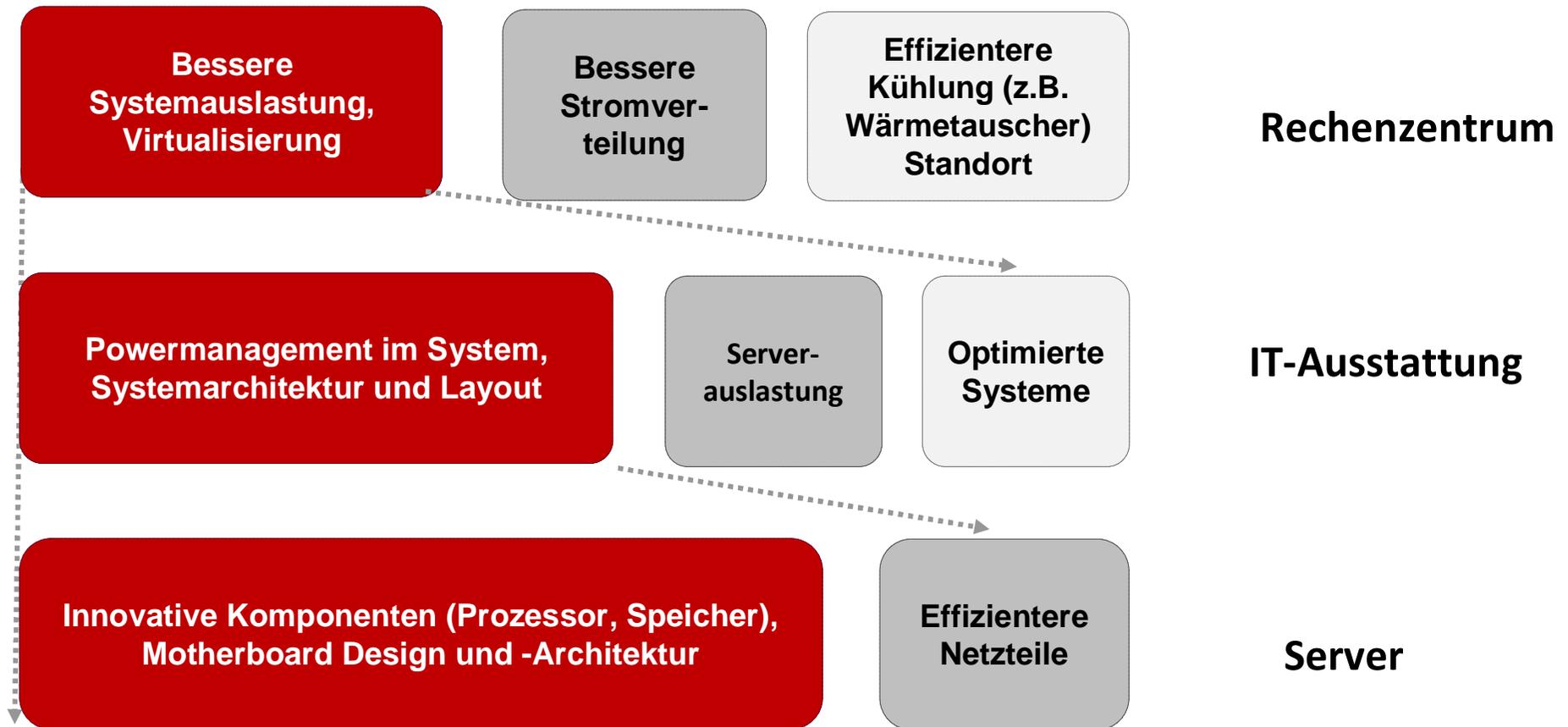
Server Auslastung mit Virtualisierung steigern

Server für jede Anwendung

Virtualisiert



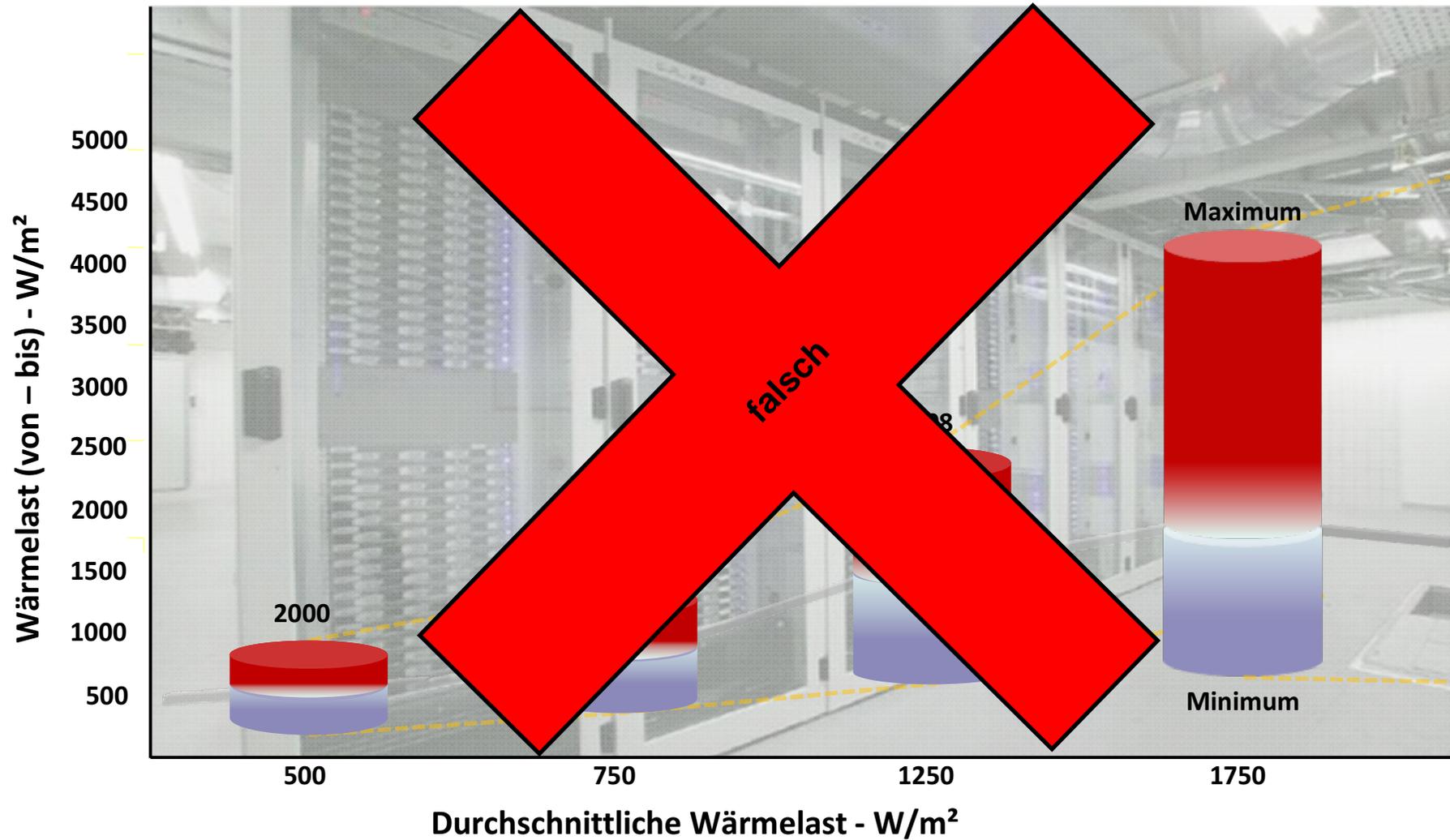
Server Auslastung mit Virtualisierung steigern



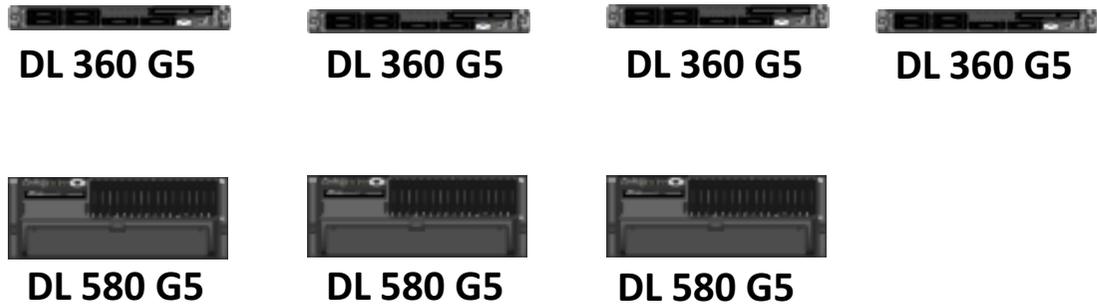
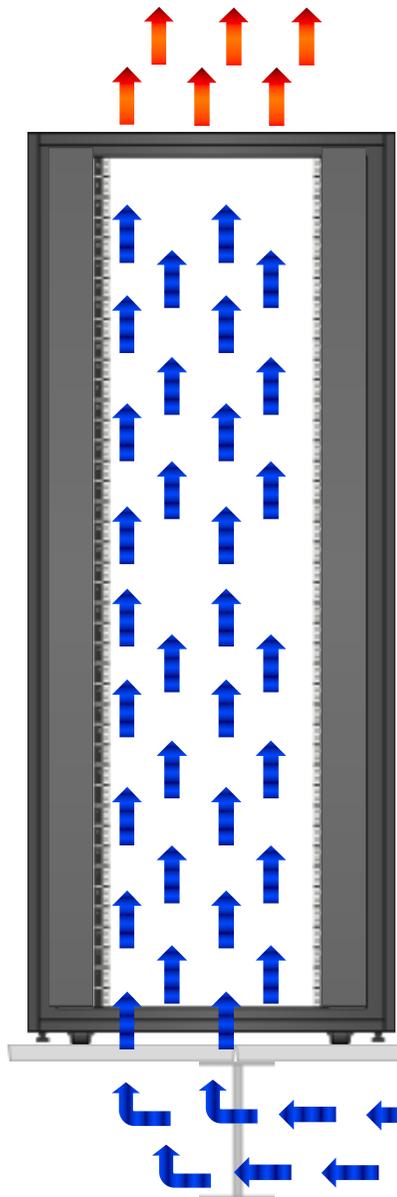
Kernfrage:

Sind die Effekte der Energieeinsparmaßnahmen der IT-Technik in die Planung eingearbeitet?

Leistungsbedarf – Wie viel Watt dürften es denn sein?



Kumulierung der Lasten



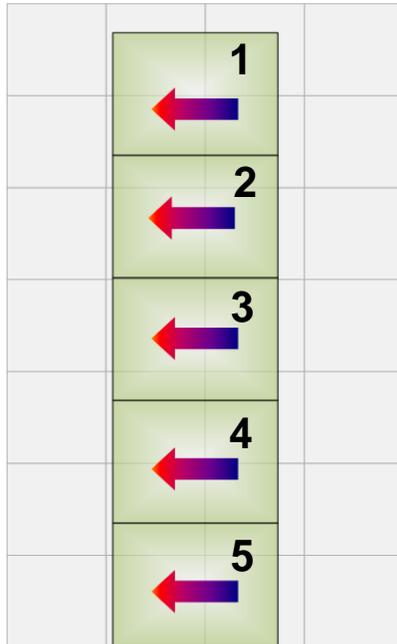
		Einzel		Summe der Server			
Server/Blade	Netzteil	Max Verbrauch	Idle Modus		Netzteil	Max Verbrauch	Idle Modus
DL 580 G5	800 W	537 W	247 W	3 Anzahl	2400 W	1611 W	741 W
DL 380 G5	800 W	413 W	224 W	3 Anzahl	2400 W	1239 W	672 W
DL 360 G5	700 W	382 W	224 W	4 Anzahl	2800 W	1528 W	896 W
Bladecenter	9600 W	5189 W	1922 W	1 Anzahl	9600 W	5189 W	1922 W
Gesamt					17200 W	9567 W	4231 W

Patchpanel Patchpanel Bladecenter



Beispiel aus der Praxis

Schrankreihe



Lasterzeuger	max. Leistungsbedarf
Schrank 1	6750 W
Schrank 2	6278 W
Schrank 3	8417 W
Schrank 4	4050 W
Schrank 5	7930 W
Schränke Raum 1	33425 W

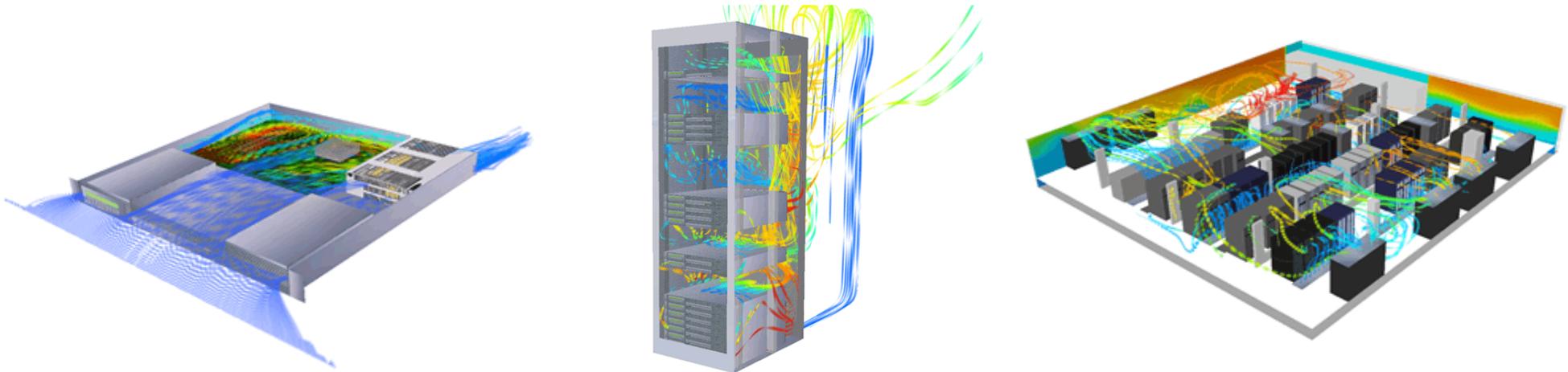
Lasterzeuger	max. Leistungsbedarf
Schrankreihe 1	1910 W
Schrankreihe 2	8310 W
Schrankreihe 3	630 W
Schrankreihe 4	2694 W
Schränke gesamt	13544 W

Messstelle	elekt. Leistung
gesamt Rechnerraum 1	20309 W
gesamt Rechnerraum 2	5129 W
gesamt EDV- Technik	25438 W
Behelfsklimagerät 1	2829 W
Behelfsklimagerät 1	2852 W
Klimaschrank 1 (mit AE)	5175 W
Klimaschrank 2 (mit AE)	5198 W
Klima-/Kältetechnik gesamt	16054 W
Rack 2 gesamt (exempl.)	2898 W
Rack 4 gesamt (exempl.)	4117 W

P.S.: Die gesamte Netzteilleistung aller Server lag bei 81 kW

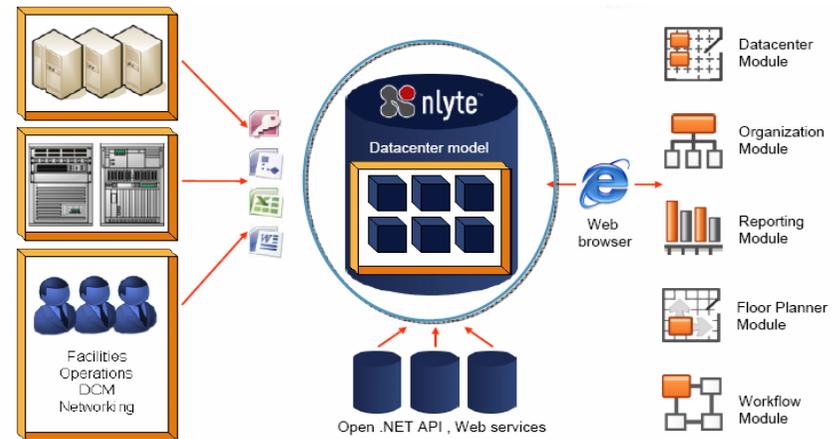
2	Rittal	2,03	0,61	0,81	1		2	2	30 W	30 W	
					1	3COM Switch 24 Port	2	2	30 W	30 W	
					2	Dell Power Edge R200 (1x alt / neu)	1	2	260 W	520 W	
					4	Dell Power Edge 2650 (je 2x alt / neu)	2	8	400 W	1600 W	
					1	Dell Power Edge 2550	2	2	400 W	400 W	
					1	Dell Power Edge 2850	2	2	600 W	600 W	
					1	Dell Power Edge 2950	2	2	470 W	470 W	
					1	HP DL 360 G3	1	1	378 W	378 W	
					7	Dämo Server 1HE	1	7	300 W	2100 W	
					1	Netgear 16 Port Switch	1	1	30 W	30 W	
					1	Load Balancer Big IP 24 Port	2	2	100 W	100 W	
					1	Raritan KVM Switch	1	1	50 W	50 W	
								0		0 W	
								30		6278 W	2898 W
						Schrank 2 gesamt					

IT- Lasten können geplant werden

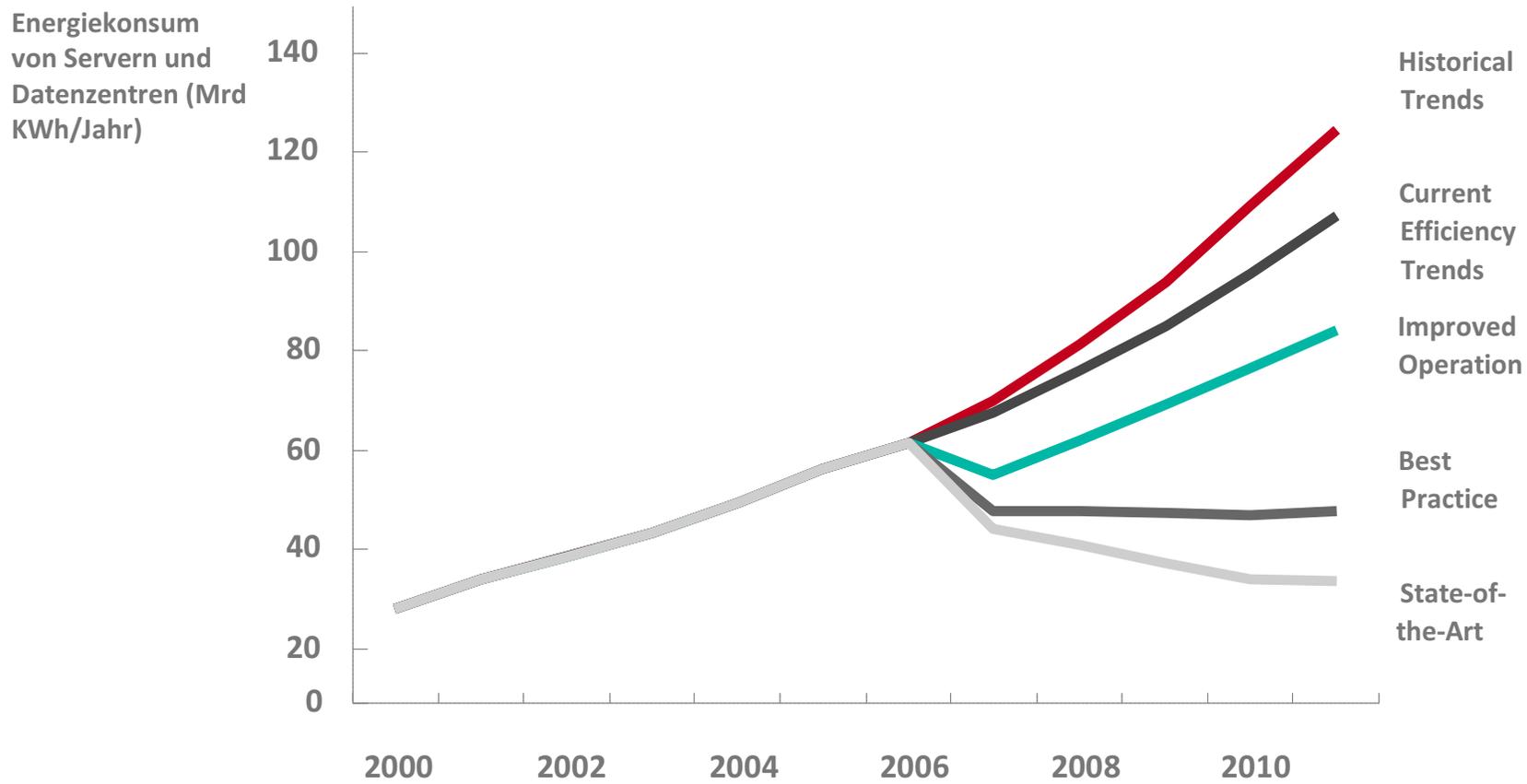


früher 250 W → x 20 → 5,0 kW → x 30 → 210 kW
 heute W → x → kW → x ... → kW

Anzahl	Referenzserver	Verwendung	Standort	kW/Gerät gerundet	kW Gesamt
1	Dell Power Edge 1950	Domaincontroller		350 W	350 W
1	Dell Power Edge 2950	Exchange		300 W	300 W
1	Dell Power Edge 2950	Exchange		300 W	300 W
1	Dell Power Edge 6850	File/Print		900 W	900 W
1	Dell Power Edge 1950	Tankstelle		350 W	350 W
1	HP ProLiant 350	kfm (LV/BUHA)		500 W	500 W
1	Standardserver	Antivirus	Br	200 W	200 W
					1000 W
1	Dell Power Edge 1950	Backup DC		350 W	350 W
1	Standardserver	Firewall		200 W	200 W
2	Standardserver	Switch		200 W	400 W
24	Gesamte Serverzahl			Gesamtleistung	10.350 W
	inkl. Sicherheitszuschlag			10%	11385 W
+ 12	inkl. Wachstum der nächsten 10 Jahre			50%	17078 W

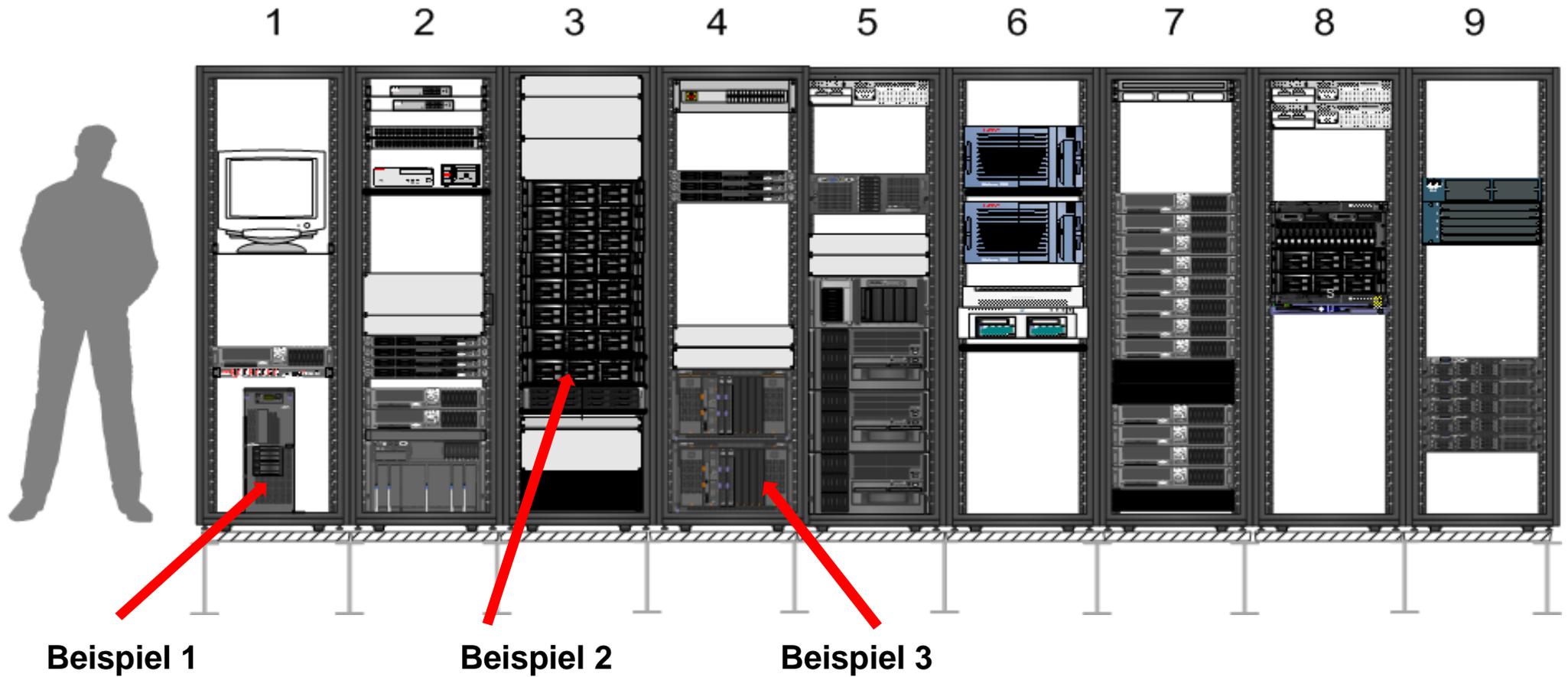


Prognostizierte Auswirkungen der Trends

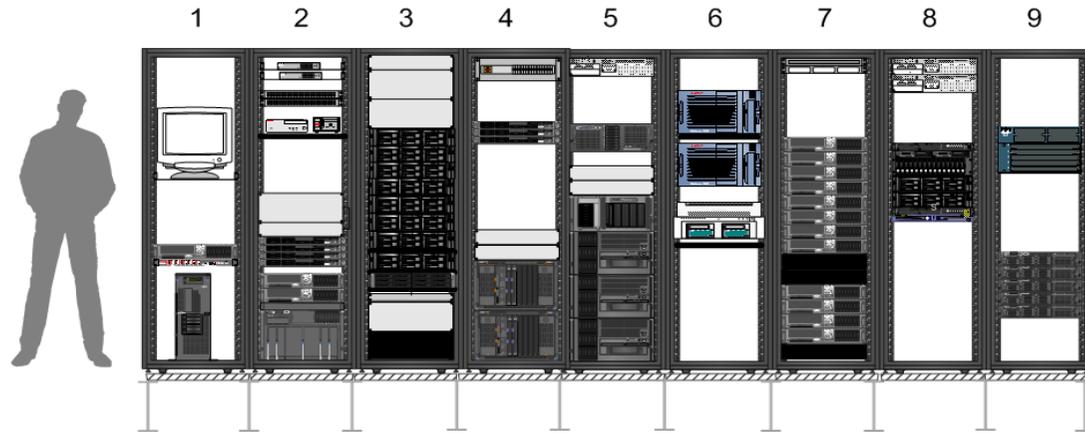


Quelle: EPA Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency; August 2, 2007

Theorie und Wirklichkeit?



Layoutvarianten durch IT – Sizing



Ist-Situation

9 Datenschränke
36 qm Fläche
27 kW gemessene Last
3 kW pro m²

Varianten	Maßnahme	Ergebnis Einsparung Racks	Racks im Bestand	Effekt Fläche	Effekt W/m ²	Effekt W/Rack	Effekt Gesamtlast
Ist			9 Racks	36 m ²	805 W/m ²	3,00 kW	27,00 kW
1	Plazierung	3 Racks	6 Racks	24 m ²	1125 W/m ²	4,50 kW	27,00 kW
2	Plazierung + Konsolidierung	4 Racks	5 Racks	20 m ²	1080 W/m ²	4,32 kW	21,60 kW
3	wie vor + Sizing	5 Racks	4 Racks	16 m ²	1080 W/m ²	4,32 kW	17,30 kW
4	wie vor + Virtualisieren	7 Racks	2 Racks	8 m ²	1514 W/m ²	6,06 kW	12,11 kW
5	alles auf Blade	8 Racks	1 Racks	4 m ²	2250 W/m ²	9,00 kW	9,00 kW

189.000 Euro

50.000 Euro

Kernaussagen

Kernaussage :

Der Leistungsbedarf und das prognostizierte Wachstum begründet sich aus den Anwendungen, die gefahren werden!!!!

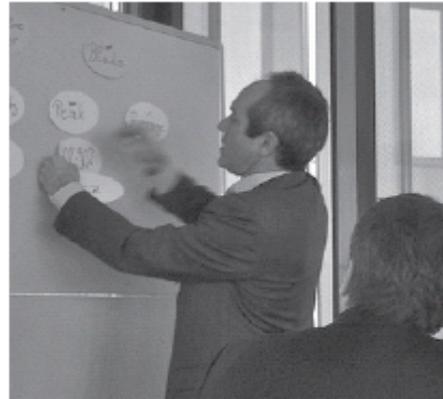
oder umgekehrt

**Die Anwendungen bestimmen den Leistungsbedarf und wir müssen das Beste daraus machen
!!!!**

Was sind die Auswirkungen des IT- Sizings ?

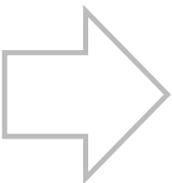
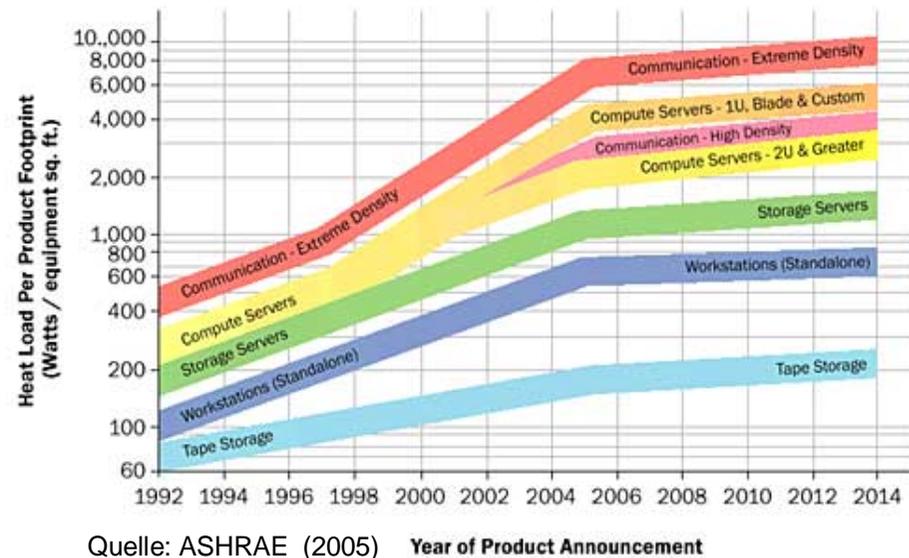
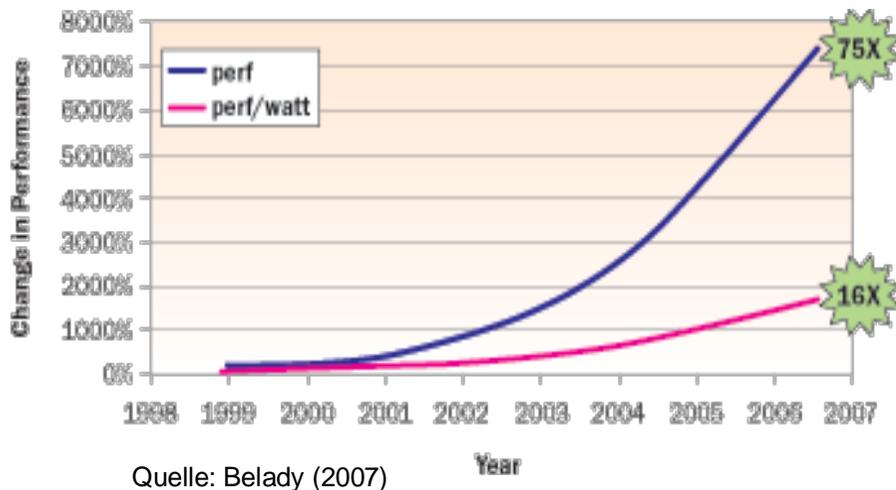
- **Flächenbedarf**
 - geringere Serverfläche
 - geringere Technikflächen
- **Anlagentechnik/Infrastruktur (Investkosten)**
 - weniger Datenschränke, Trassen, Kabel
 - kleinere USV-, Diesel-, Klima- und Kälteanlagen
 - geringere Anforderungen an den Doppelboden (ja, nein, Höhe)
- **Energiekosten**
 - geringere Energiekosten für das EDV – Equipment
 - geringere Energiekosten für die Technische Infrastruktur (PUE Faktor neu definiert)
- **Betriebskosten**
 - weniger Aufwand für Wartung und Instandhaltung
 - weniger Aufwand für Ersatzteilkhaltung
 - weniger Aufwand für die Organisation

Praxis und Forschung: Hand in Hand



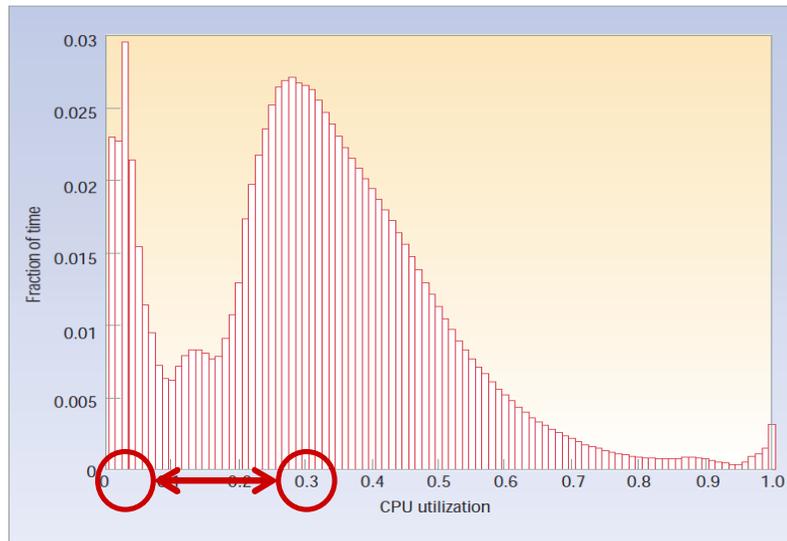
Server: Performance und Produktivität

Die Performance der Server hat sich alle zwei Jahre verdreifacht, die Produktivität (Performance pro Watt) “nur” verdoppelt.



kontinuierlich **steigende Leistungsdichten** pro IKT-Gerät

ABER: Geringe Auslastung und Energieproportionalität



Quelle: Barroso et al. (2007)

Problem:

Geringe Energieeffizienz in Teil-Last

Lösung:

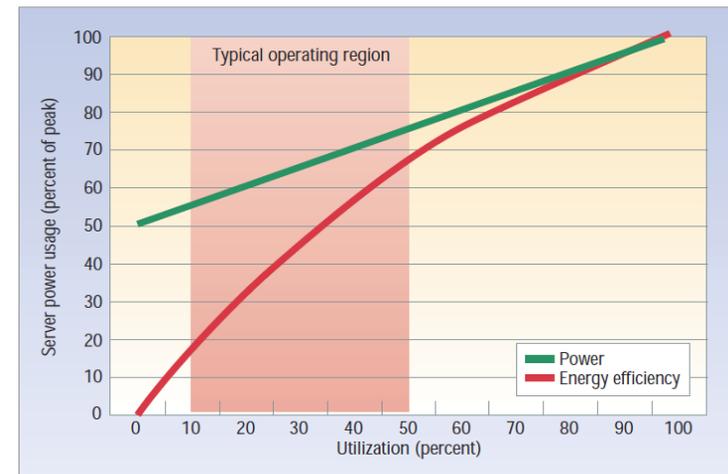
Energieproportionalität durch Power Management

Problem:

Kapazitäten der Server sind für Spitzenlast ausgelegt

Ergebnis:

Serverkapazitäten (hier CPU) sind im Mittel **schlecht ausgelastet (0-30%)**



Quelle: Barroso et al. (2007)

Rack-Kategorien: Annahmen

Rack-Kategorie 1 „Normal“:

- Belegung des Racks*: 70 %
- kaum Virtualisierung: < 25 %
- Serverauslastung: **20 %**.

Rack-Kategorie 3 „Blade normal“:

- Belegung des Racks: 50 %
- keine** hochspezialisierten Anwendungen
- Serverauslastung: **60 %**

Rack-Kategorie 2 „Virtuell“:

- Belegung identisch Rack-Kategorie 1
- Virtualisierungsgrad Server: > **50 %**
- Serverauslastung: 60 %

Rack-Kategorie 4 „Blade hoher Anspruch“

- Belegung des Racks: 70 %
- hochspezialisierte** Anwendungen
- Serverauslastung: 75 %

*Belegung des Racks mit aktiven IKT-Komponenten

Beispiel: 70 % Rack-Belegung für Kategorie 1

HP Power Advisor

Input Voltage : 220

10842 G2

Configuration

Total U's	42 U
U's Used	30 U
Total Weight	510.34 kg
U's Available	12 U

Power Summary

Total System VA Rating	3401.09
Total System BTU HR	11015.82
Total Input System Current	15.4
Total Wattage	3230.4

Belegung		20% (Rack-Kategorie 1)	
Anzahl	Serverart	1 Server	Summe
6	1-HE Server	100 W	600 W
7	2-HE Server	160 W	1120 W
2	4-HE Server	450 W	900 W
2	Switche (30 aktive Ports)	180 W	360 W
			2980 W

Quelle: <http://h18004.www1.hp.com/products/solutions/power/advisor-online/HPPowerAdvisor.html>

Beispiel: Rack-Kategorie 1 „Normal“

Berechnungen:

Serverauslastung: 20 % (Virtualisierung < 25 %)

Rack-Belegung: 70 %
(bei 42 HE)

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

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

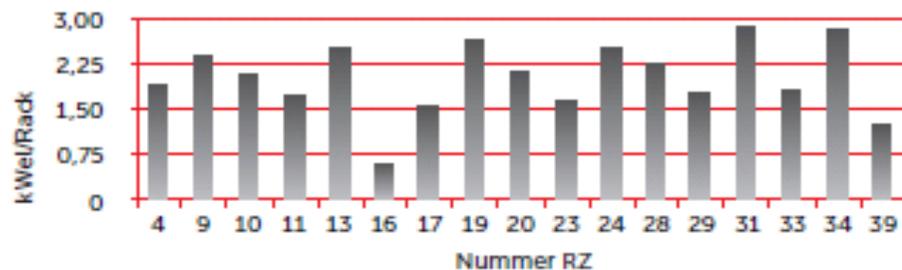
Praxiswerte:

17 RZ mit Rack-Kategorie1

Ergebnis des DCB:

Durchschnitt: 2,0 kW pro Rack

Maximum: 2,9 kW pro Rack



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

Serverleistungen: über 2.000 SPEC-Serverdaten

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Daten SPEC für 2 HE			Auslastung											
2	Server	nodes	HE	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	idle	Einheit
3	CX2266-N2	1 2U		276	272	267	260	254	248	242	234	225	204	164	W
4	6025B-TR+	1 2U		315	307	294	282	270	258	245	235	227	221	216	W
5	6025B-TR+	1 2U		291	284	275	265	255	245	234	223	213	202	191	W
6	6025B-TR+	1 2U		300	294	287	279	271	263	255	247	239	231	223	W
7	6025B-TR+	1 2U		300	293	286	279	270	262	254	247	239	231	223	W
8	6025B-TR+	1 2U		276	269	261	254	245	237	229	221	213	206	198	W
9	Netra X4250	1 2U		296	291	286	280	273	267	259	251	243	235	225	W
10	Netra X4250	1 2U		294	290	285	280	274	267	261	253	244	235	226	W
11	Netra X4250	1 2U		226	223	220	218	215	210	203	197	190	181	174	W
12	6025B-TR+	1 2U		357	351	342	332	321	310	298	286	274	260	245	W
13	6025B-TR+	1 2U		334	327	319	309	298	286	273	261	249	235	220	W
14	6025B-TR+	1 2U		334	327	318	309	298	286	273	260	248	234	219	W
15	Altos R720	1 2U		206	199	191	183	176	169	162	155	148	141	135	W
16	ProLiant DL385 G6	1 2U		260	246	234	220	207	194	181	168	153	134	124	W
17	ProLiant DL385 G6	1 2U		258	246	232	218	204	192	178	165	147	130	120	W
18	ProLiant DL380 G6	1 2U		187	175	164	153	142	133	125	118	109	95	64	W
19	PowerEdge R710	1 2U		172	161	150	140	132	124	116	109	101	89	63	W
20	Gateway GR380 F1	1 2U		198	187	177	167	156	147	138	128	119	107	88	W
21	AR380 F1	1 2U		197	187	177	166	156	146	137	128	118	107	88	W
22	System x3650 M2	1 2U		179	171	161	150	141	132	123	115	107	95	65	W
23	PowerEdge R710	1 2U		220	204	186	170	153	141	131	121	111	97	65	W
24	System x3650 M2	1 2U		237	223	209	194	179	163	149	135	121	105	73	W
25	System x3650 M2	1 2U		236	222	207	191	176	162	147	134	120	104	72	W
26	AR385 F1	1 2U		273	260	246	231	216	198	179	161	147	132	87	W
27	Gateway GR385 F1	1 2U		273	259	245	230	216	198	179	161	146	132	87	W
28	PowerEdge R815	1 2U		279	265	240	224	211	194	182	171	157	144	100	W
29	ProLiant DL380 G7	1 2U		172	160	147	136	128	120	112	105	97	86	54	W
30	RH2285	1 2U		164	152	143	133	124	116	108	102	95	87	51	W
31	Gateway GR385 F1	1 2U		295	282	268	252	237	215	193	175	161	144	97	W
32	Rackable C2005-TY6	1 2U		226	209	194	176	159	143	130	119	108	96	59	W
33	PowerEdge R510	1 2U		266	239	214	196	179	167	155	142	130	114	57	W
34	ProLiant DL380 G6	1 2U		249	230	208	190	173	159	148	137	125	111	68	W
35	PowerEdge R710	1 2U		236	213	194	177	162	152	140	130	119	106	65	W
36	PowerEdge R710	1 2U		232	210	190	173	158	148	137	126	116	104	64	W
37	HA8000/RS220 (LK1)	1 2U		297	278	261	241	223	206	193	181	170	158	132	W
38	System x3630 M3	1 2U		259	242	226	207	190	175	162	150	139	126	85	W
39	AR180 F1	1 2U		265	248	233	217	199	180	163	148	137	125	76	W
40	Gateway GR180 F1	1 2U		265	248	233	217	199	180	163	149	137	125	77	W
41	Gateway GR380 F1	1 2U		260	245	231	216	198	180	164	150	138	126	77	W
42	AR380 F1	1 2U		259	244	229	213	197	179	163	149	138	126	77	W
43	System x3650 M3	1 2U		238	222	205	187	170	154	141	130	119	106	66	W

Ergebnis: Die Orientierungshilfe

Data Center Expert Group (eco) und dc-ce rz-beratung empfehlen:



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.



Rack Kategorien	Leistungsdichte / Rack
Kategorie 1 "Normal"	< 3 kW
Kategorie 2 "Virtuell"	< 4 kW
Kategorie 3 "Blade Normal"	< 6 kW
Kategorie 4 "Blade höherer Anspruch"	< 10 kW

Achtung: die Orientierungswerte sind **nicht** gedacht für hochspezialisierte Rechenzentren wie z. B. ...

- Colocation
- Webhosting
- High-Performance Computing



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dipl.-Wirtsch-Ing. (FH) Ulrich Terrahe
Geschäftsführer
DC-CE RZ-Beratung GmbH
<http://dc-ce.de>



Dipl.-Ing. Marc Wilkens
wissenschaftlicher Mitarbeiter
Projektleitung GGC-Lab TU Berlin

Technische Universität Berlin
Fachgebiet IuK-Management
Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin
Tel: +49 (0) 30 / 314 28571
marc.wilkens@tu-berlin.de www.ikm.tu-berlin.de

