

The background of the entire page is a repeating pattern of stylized server racks and red location pins. The server racks are depicted in a 3D perspective, showing multiple bays with orange and red accents. The location pins are simple red teardrop shapes with white circular centers. The pattern is arranged in a grid-like fashion, creating a dense, textured background.

# **Orientierungshilfe** zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren





## Inhalt

Über die Autoren. . . . .	5
Vorwort . . . . .	8
Management Summary . . . . .	10
Zielgruppe . . . . .	11
Grundsätzliche Herausforderung in der RZ-Planung . . . . .	12
Typische Planungselemente für die Dimensionierung . . . . .	13
Problemstellung . . . . .	14
Strategie der Herangehensweise . . . . .	16
<b>Ausgangsposition der Schritt für Schritt Planung . . . . .</b>	<b>18</b>
CPU-Technologie . . . . .	18
GPU-Technologie . . . . .	19
Trend „Energiebedarf CPU 2017 – 2026“ . . . . .	19
Trend „Whitespace-Flächenbedarf 2017 – 2026“ . . . . .	19
Trends der zukünftigen CPU-Leistungsentwicklung . . . . .	19
Schritt für Schritt Planung . . . . .	20
Klassifizierung von Systemen und Racks . . . . .	20
Klassische IT-System-Architekturen. . . . .	21
Moderne System-Architekturen . . . . .	21
Sondersysteme . . . . .	21
Legacy Systeme . . . . .	21
High Performance Computing. . . . .	21
Schritt 1: Voranalyse des IT-Bedarfs. . . . .	22
Ablaufdiagramm zur Flächen- und Lastermittlung . . . . .	22
Analyse der aktuell eingesetzten IT: . . . . .	22
Ermittlung der Anzahl der Racks und Belegungsrate: . . . . .	22
Bewertung der eingesetzten IT: . . . . .	23
Leistungsermittlung der eingesetzten IT: . . . . .	23
Schritt 2: Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs . . . . .	23
Berücksichtigung zukünftiger IT-Entwicklungen: . . . . .	23
Plausibilitätsprüfung der IT-Kapazitäten: . . . . .	24
Prognose des Strombedarfs: . . . . .	24
Leistungsreserven für Migrationsphasen: . . . . .	24
Berücksichtigung von Wachstums- und Veränderungsszenarien: . . . . .	24
Anforderungen an unterschiedliche Sicherheitsstufen und bauliche Trennung: . . . . .	24
Unterschiedliche Klimatisierungssysteme in Betracht ziehen: . . . . .	25



# Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Schritt 3: Berücksichtigung von Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen . . . . .	25
Differenzierte Redundanzstrategien: . . . . .	25
Anforderungen an Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung für unterschiedliche IT-Systeme: . . . . .	25
Kosteneffizienz durch abgestufte Schutz-zonen: . . . . .	26
Schritt 4: Optimierung der Betriebsstrategie. . . . .	26
Automatisierte Systeme für dynamische Lastanpassung: . . . . .	26
Integration von Cloud- und hybriden Ansätzen: . . . . .	26
PUE (Power Usage Effectiveness) als zentraler KPI: . . . . .	27
Abwärmennutzung für mehr Nachhaltigkeit: . . . . .	27
Schritt 5: Monitoring neuer Technologien . . . . .	27
Überwachung der IT auf Performance, Auslastung und Leistungsverbrauch . . . . .	27
Überwachung der technischen Infrastruktur auf Performance, Auslastung und Leistungsverbrauch . . . . .	28
Berichtspflichten und Nachweise. . . . .	28
<b>Rechenbeispiel. . . . .</b>	<b>29</b>
Ausgangssituation: Kapazitäten des legacy-Whitespace . . . . .	29
Schritt 1, Voranalyse des IT-Bedarfs. . . . .	30
Analyse der aktuell eingesetzten IT: . . . . .	30
Bewertung der eingesetzten IT . . . . .	31
Leistungsermittlung der eingesetzten IT . . . . .	31
Fazit Schritt 1 . . . . .	31
Schritt 2: Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs . . . . .	32
Berücksichtigung zukünftiger IT-Entwicklungen: . . . . .	32
Konzeptionelle Planung neuer IT-Systeme: . . . . .	32
Plausibilitätsprüfung der IT-Kapazitäten: . . . . .	32
Berechnung: . . . . .	33
Berechnungsgrundlagen und Anforderungen . . . . .	35
Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen: . . . . .	35
Berechnungsergebnis. . . . .	35
Fazit Schritt 2: . . . . .	36
<b>Abkürzungsverzeichnis . . . . .</b>	<b>36</b>
<b>Über eco . . . . .</b>	<b>37</b>



## Über die Autoren



Ulrich Terrahe  
Dipl.-Ing. (FH),  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)  
Geschäftsführer dc-ce  
RZ-Beratung GmbH Co. KG



Ulrich Terrahe ist eine angesehene Persönlichkeit in der Rechenzentrumsbranche mit umfassender Expertise in der Konzeptentwicklung sowie der Klima- und Kühltechnik für Rechenzentren. Nach seinem Studium an den technischen Fachhochschulen in Gießen und Berlin sammelte er wertvolle Berufserfahrung bei renommierten Unternehmen wie Lennox Industries in England, der Kraftwerksunion, Rudolph Otto Meier und Raab Karcher Wärmetechnik. 1997 erfolgte sein Einstieg in die Rechenzentrumsbranche bei der Schnabel AG.

Als Gründer und Geschäftsführer der dc-ce RZ-Beratung GmbH & Co. KG prägt er heute maßgeblich die Planung und den Betrieb von Rechenzentren. Bis 2019 organisierte er das jährliche Branchentreffen „future thinking“ und rief den Deutschen Rechenzentrumspreis ins Leben, der Innovationen in der Rechenzentrumsbranche würdigt. Mit mehr als 20 Jahren Erfahrung ist, Terrahe an Projekten verschiedenster Größen beteiligt und wurde 2007 mit dem Data-centre Award ausgezeichnet. Von 2008 bis 2011 war er Mitglied der Jury dieses Preises.

Sein Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung innovativer Lösungen für Rechenzentren und der Integration digitaler Prozesse in die Rechenzentrumsplanung. Terrahe setzt sich für Effizienz und Nachhaltigkeit ein und ist als Redner auf nationalen und internationalen Konferenzen gefragt. Zudem veröffentlichte er zahlreiche Fachartikel zu aktuellen Themen der Rechenzentrumsbranche.

[www.linkedin.com/in/ulrich-terrahe](http://www.linkedin.com/in/ulrich-terrahe)

<http://www.dc-ce.de>



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren



Peter auf dem Graben  
Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau  
Senior Data Center Consultant



Peter auf dem Graben startete nach Abschluss seines Maschinenbaustudiums 1992 seine berufliche Laufbahn im Bereich der Entwicklung, Implementierung und Integration mikroprozessorgesteuerter Systeme. In dieser Zeit legte er einen Fokus auf den Aufbau von IT-Netzwerken und Systemen für Bürokommunikation und Industrie, wobei er seine fundierten Kenntnisse in Maschinenbau, Elektronik und IT gewinnbringend einsetzte.

Seit 2004 arbeitete er bei DXC-Technology (ehemals CSC), wo er als IT-Ingenieur, Projektleiter, Consultant und technischer Architekt an verschiedenen internationalen Projekten beteiligt war. Im Rahmen dieser Tätigkeiten unterstützte er den Rechenzentrumsbetrieb bei Umbau-, Erweiterungs- und Migrationsprojekten und widmete sich in den letzten 14 Jahren ausschließlich der Konzeption, Planung und Virtualisierung leistungsstarker Rechenzentrumssysteme.

2021 wechselte auf dem Graben zur dc-ce RZ-Beratung und übernahm die Rolle eines Rechenzentrumsberaters. In dieser Position nutzt er seine langjährige Erfahrung, um individuelle Rechenzentrumslösungen für Kunden zu entwickeln und die Kluft zwischen IT- und Rechenzentrumsorganisationen zu überbrücken.

Seine aktuellen Schwerpunkte liegen in der strategischen Planung, Entwicklung von Konzepten und Optimierung der Rechenzentrumsinfrastruktur. Dank seiner umfassenden Kenntnisse ist er in der Lage, sich schnell in komplexe IT-Infrastrukturen einzuarbeiten und diese Erkenntnisse in seinen Projekten zielgerichtet umzusetzen.

[www.linkedin.com/in/peter-auf-dem-graben-8342275a](https://www.linkedin.com/in/peter-auf-dem-graben-8342275a)

<http://www.dc-ce.de>



Marcus Pump  
Leiter Geschäftsbereich  
Strategisches IT-Consulting  
SVA System Vertrieb Alexander  
GmbH, Wiesbaden



Marcus Pump ist seit 1994 in der IT-Branche tätig und verfügt über tiefgreifende Erfahrungen in der Beratung, Projektrealisierung und im Betrieb von IT-Systemen sowie Rechenzentren mit On-Premise- und Cloud-Architekturen. Seine berufliche Laufbahn begann bei verschiedenen IT-Dienstleistern und Systemintegratoren im Bereich Netzwerk- und IT-Infrastruktur, wo er als Systemtechniker und Berater erste wertvolle Erfahrungen sammelte.

Ab 2004 übernahm Pump beim Hamburger IT-Dienstleister akquinet die Rolle des Projektleiters, Beraters und Geschäftsführers im Geschäftsbereich Outsourcing. Er war maßgeblich an der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme von Rechenzentren beteiligt und begleitete den Aufbau von IT-Architekturen sowie Betriebsorganisationen für Kunden, die in gemanagte Outsourcing-Umgebungen übergangen. Seit 2020 leitet Pump den Geschäftsbereich Strategisches IT-Consulting bei der SVA System Vertrieb Alexander GmbH in Wiesbaden. Hier berät er Unternehmen bei der Entwicklung zukunftsweisender IT-Strategien, serviceorientierter Multi-Sourcing-Architekturen und IT-Target-Operating-Modelle.

Neben der Strategieentwicklung unterstützt er Unternehmen in der Gestaltung von Sourcing- und Governance-Modellen sowie modernen Service- und Architekturmodellen für On-Premise- und Cloud-Services. Mit der Unterstützung des Systemintegrators SVA können diese Konzepte sowohl strategisch entwickelt als auch vollständig umgesetzt werden.

<https://www.linkedin.com/in/marcus-pump-300594143/>

<https://www.sva.de/strategisches-it-consulting>

<https://www.sva.de>

Alle drei Experten zeichnen sich durch langjährige Erfahrung, umfassende Branchenkenntnisse und eine starke Fokussierung auf Innovation und Effizienz im Rechenzentrumsbetrieb aus.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Vorwort



Dr. Béla Waldhauser  
Leiter der eco Kompetenz-  
gruppe Data Center  
Infrastruktur

„Quo vadis, Leistungsdichte?“ – Klappe, die zweite! Nach 13 Jahren veröffentlicht der eco nun das zweite Whitepaper zur Lastermittlung und Leistungsdichte in Rechenzentren. Eine wichtige Orientierungshilfe, die heute genauso aktuell ist wie damals. Wieder entstand das Paper unter der Federführung von Ulrich Terrahe, diesmal mit tatkräftiger Unterstützung von Peter auf dem Graben und Marcus Pump.

2012 hatte der eco erstmals zu einem Expertenworkshop eingeladen, den die beiden Autoren, Ulrich Terrahe und Marc Wilkens damals zusammen mit mir moderiert haben. Ich erinnere mich noch sehr deutlich an die ausgesprochen gute Atmosphäre dieses Workshops. Damals war das Thema für die Betreiber von Rechenzentren noch relativ jung und die Entwicklung dynamisch. Vor allem energieeffiziente IT-Hardware und Software steckten noch in den Kinderschuhen – und damit auch die Leistungsdichten. Ist die Branche nach dreizehn Jahren immer noch so stark vom Wandel geprägt? Die Antwort ist ein ausdrückliches JA, und zwar mehr denn je.

Sprachen wir damals noch von 3 bis 6 Kilowatt (kW) pro Rack, so sind es heute gerne 5 bis 25 kW je Rack. Für KI- oder High-Performance-Anwendungen oft sogar 50 kW, 80 kW oder gar deutlich über 100 kW pro Serverschrank. Wie sich die Werte weiterentwickeln werden, ist aus meiner Sicht noch nicht absehbar. Vor genau 60 Jahren postulierte Gordon Moore (Co-Gründer Intel) eine Verdoppelung der Prozessorleistung alle 18 Monate – besser bekannt als Moore's Law. Zufall? Schon seit vielen Jahren wird über ein Ende dieses Gesetzes philosophiert und spekuliert. Aber

Forscher:innen und Entwickler:innen schaffen es immer wieder, die Leistungsdichten der CPU's zu steigern. Ich bin gespannt, ob Moore's Law sein 70., 80. oder gar 100. Jubiläum erleben wird. Festhalten lässt sich jedenfalls ohne Zweifel, dass die weltweit zunehmende Digitalisierung – beruflich wie auch privat – den Bedarf an Rechenzentrumskapazitäten in den letzten 13 Jahren kräftig steigen ließ und nach wie vor steigen lässt. Gerade erst hat Donald Trump das Programm Stargate mit einem Budget von 500 Milliarden US-Dollar verkündet, um riesige Rechenzentren für KI-Systeme bauen zu lassen.

Bei aller Euphorie: Man kann dabei die Betriebswirtschaft nicht außeracht lassen. Denn auch die Baukosten für Rechenzentren haben sich deutlich erhöht. Insofern ist es wichtiger denn je, sich über die richtige Dimensionierung eines neuen Rechenzentrums – oder effiziente Modernisierung eines bestehenden Rechenzentrums – Gedanken zu machen.

Nun aber nochmal zurück zur Motivation dieses Whitepapers. 2012 wie heute gilt: Trotz aller Aufklärung sind sowohl On-premise-Rechenzentren wie auch die angemietete Leistung in Colocation-Rechenzentren in der Regel deutlich überdimensioniert. Eine Minderauslastung in Höhe von 50 Prozent ist keine Seltenheit. Bei Gestehtungskosten von ca. 12.000 Euro je kW zuzüglich der laufenden Kosten für Wartungen und Reparaturen ist das mehr als verwunderlich. Bei den Kunden in Colocation-Rechenzentren sind es übrigens ebenso rund 12.000 Euro Miete je kW. Hier allerdings über einen Zeitraum von nur fünf Jahren.



Seit Ende 2023 kommt nun ein weiterer wichtiger Faktor hinzu: das Energieeffizienzgesetz der Bundesregierung mit teilweise anspruchsvollen Kennziffern für die Effizienz der Strom- und Kühlungsinfrastruktur in einem Rechenzentrum. So müssen Datacenter mit einer nichtredundanten Nettoanschlussleistung von mind. 300 kW ab Mitte 2027 einen PUE-Wert von 1,5 erreichen. Bei einem Durchschnitt aller deutschen Rechenzentren von 1,52 in 20221 erscheint das problemlos machbar. Nicht berücksichtigt wird dabei allerdings, dass schon heute die allermeisten neuen Rechenzentren deutlich unter 1,5 liegen. Ältere haben derzeit eher PUE-Werte von 1,8 bis 2,0 oder darüber. Hier sind also deutliche Anstrengungen notwendig, um in zwei Jahren den Wert von 1,5 zu erreichen. Ab Mitte 2030 wird es dann wirklich spannend, denn dann sieht das Gesetz ein PUE-Limit von 1,3 vor. Die steigenden Temperaturen durch den Klimawandel tun ihr Übriges dazu, um den Wert für viele Bestandsrechenzentren zur Herausforderung werden zu lassen. Einiges ist hier also vonnöten. Angefangen mit deutlich höheren Temperaturen im Kaltgang. 27 Grad Celsius sollte zum Standard werden (laut ASHRAE Empfehlung). Dann braucht es aber eine deutlich höhere Auslastung der Rechenzentren, um die Klimatisierung effizient betreiben zu können. Die heutige Überdimensionierung muss dann der Vergangenheit angehören.

Löst sich daher das Problem von selbst in den nächsten Jahren? Weder die Autoren dieses Whitepapers noch ich glauben wirklich daran. Daher hat dieses Whitepaper, genauso wie sein Vorgänger vor 13 Jahren, seine absolute Berechtigung. Wir würden uns wünschen, dass die Erkenntnisse dieser Orientierungshilfe in Zukunft deutlich mehr Beachtung finden. Zum einen aus betriebswirtschaftlichen Gründen, zum anderen wegen der Nachhaltigkeit von Rechenzentren.

Viel Spaß beim aufmerksamen Lesen!

---

1 Quelle: <https://www.borderstep.de/facts-and-figures/rechenzentren-2022/>



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Management Summary

Die rasante Leistungsverdichtung und der Wandel der IT-Landschaft erfordern ein Umdenken in der Rechenzentrumsplanung. Dieses Whitepaper bietet eine Orientierungshilfe für Planer, Errichter und Betreiber von Rechenzentren, insbesondere für kleine und mittlere Leistungsklassen, um die Herausforderungen der IT-Transformation zu meistern. Fehlplanungen, sei es Über- oder Unterdimensionierung, führen zu erheblichen Kostenrisiken – bis zu 8.000–10.000 Euro pro kW – und gefährden einen wirtschaftlichen und gesetzeskonformen Betrieb.

Ein kontinuierlicher Dialog zwischen Management, IT und Rechenzentrumsplanung ist unerlässlich. Nur so können Unternehmensstrategie, IT-Strategie, technologischer Fortschritt, Service- und Sourcing-Modelle sowie regulatorische Anforderungen (KRITIS, DSGVO, NIS-2, IT-Sicherheitsgesetz) und Nachhaltigkeitsziele in die Planung integriert werden. Die Berücksichtigung dieser Faktoren ermöglicht eine 360-Grad-Betrachtung und führt zu einer validen, bedarfsorientierten Planung.

Der Planungsprozess selbst basiert auf einem 5-stufigen Ansatz: Analyse der bestehenden IT, Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs inklusive Migrations- und Wachstumsflächen, Berücksichtigung von Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen, Optimierung der Betriebsstrategie durch Automatisierung und Cloud-Integration sowie das Monitoring neuer Technologien. Dieser iterative Prozess, der zwischen kalkulierbaren und unkalkulierbaren Faktoren (80/20-Verhältnis) abwägt, ermöglicht eine flexible Anpassung an Veränderungen und verringert das Risiko kostspieliger Fehlentscheidungen. Frühzeitige Fehlererkennung ist dabei entscheidend, da spätere Korrekturen deutlich teurer sind.

Das Whitepaper liefert eine detaillierte Anleitung zur Ermittlung der Leistungsdichte und des Lastbedarfs, von Servern und Datenschränken bis hin zum gesamten Rechenzentrum. Es unterstützt Planer und Betreiber dabei, zukunftssichere, effiziente und gesetzeskonforme Rechenzentren zu konzipieren und zu betreiben. Die Einbeziehung qualifizierter IT-Berater wird empfohlen, um die Komplexität der IT-Landschaft adäquat abzubilden.



## Zielgruppe

Dieses Whitepaper richtet sich an Planer, Errichter, Bauherren und Betreiber von Rechenzentren und Serverräumen.

Ziel dieses Whitepapers ist es, eine fundierte Grundlage für die Planung von Rechenzentren zu bieten.

Es richtet sich sowohl an private als auch öffentliche Unternehmen und konzentriert sich auf Serverräume und Rechenzentren mit kleiner bis mittlerer Leistungsklasse.

In den hier gemeinten Rechenzentren werden IT-Services auf unterschiedlichen Systemarchitekturen bereitgestellt. Hierzu zählen klassische Server- und Speichersysteme ebenso wie Hyper-Converged Infrastruktur Systeme bis hin zu Legacy Plattformen, die am Ende ihres Lebenszyklus stehen.

Dies schließt typische Basisdienste, wie z.B. Verzeichnis- und Netzwerkdienste, aber auch Datensicherung, Sicherheit sowie unterstützende Systeme für den IT-Betrieb, ein.

Weiterhin gehören auch Anwendungssysteme, wie z.B. ERP- und CRM-Anwendungen sowie häufig spezielle prozessunterstützende Systeme, wie z.B. Produktions- und Fertigungssteuerung oder Laborsysteme, dazu.

Die beschriebenen Ausführungen gelten grundsätzlich auch für IT-Serviceprovider wie etwa Co-Location-Anbieter oder (Cloud-)Serviceprovider. Dabei ist jedoch zu beachten, dass beim Betrieb von Co-Location-Rechenzentren dieselben Gesetzmäßigkeiten der Physik wie auch Regierung gelten, der Rechenzentrumsbetreiber jedoch nur bedingten Einfluss auf die dort betriebenen IT-Systeme hat. Bei (Cloud-)Service Providern hingegen kann der Einflussbereich je nach Geschäftsmodell variieren. Diese unterschiedlichen Einflussbereiche müssen bei den im Dokument dargestellten Methoden berücksichtigt werden.



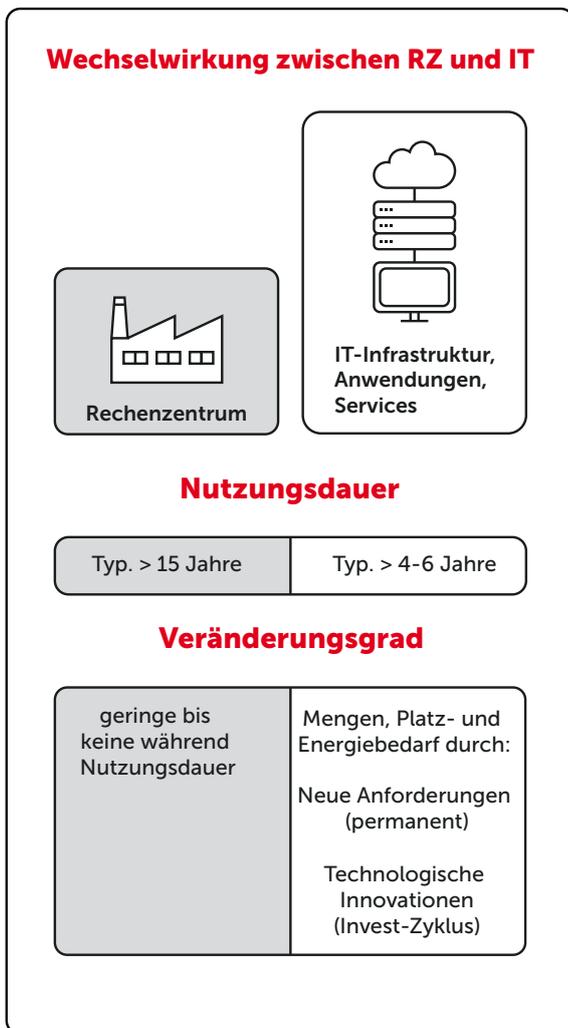
## Grundsätzliche Herausforderung in der RZ-Planung

Wesentliches Problem bei der Planung eines Serverraumes und Rechenzentrums ist, dass Räume, Gebäude und Anlagentechnik für eine langfristige Nutzung ausgelegt sind und in ihrer Art und Ausführung eher statisch sind.

In der Praxis sind daher Systeme der RZ-Anlagentechnik nur bedingt anpassbar, d.h. nur mit großem Aufwand und Kosten austauschbar.

Die Veränderungen der IT-Systeme durch unterschiedliche Einflussfaktoren, wie z.B. Technologiefortschritt, aber auch sich verändernden Nutzungsszenarien, treten deutlich kurzfristiger ein.

Sie erhöhen somit das Risiko von Fehlinvestitionen in Serverräumen, RZ-Gebäuden und Anlagentechnik und haben ggfs. deutlichen Einfluss auf die Betriebskosten.

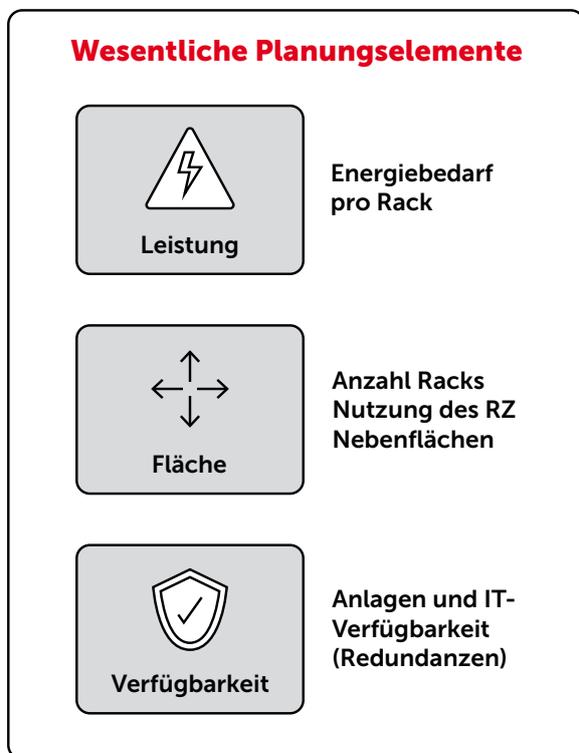


Diagr.: Darstellung der grundsätzlichen Herausforderung in der RZ-Planung



## Typische Planungselemente für die Dimensionierung

Für die RZ-Planung gibt es drei Hauptdimensionen: Leistung, Fläche und Verfügbarkeit (inkl. Sicherheit).



Diagr.: Darstellung der Hauptdimensionen in der RZ-Planung

Zentrales Planungselement und wesentlicher kostenbestimmender Faktor für ein Rechenzentrum sind die für die 19" Racks anzusetzenden Leistungswerte und der Mengenbedarf an Racks.

Daher fokussieren das Dokument sich bei den nachfolgenden Ausführungen und Berechnungs-beispielen primär an diesem Element.

- Am Markt werden Leistungsangaben von 5 kW bis 30 kW je Rack diskutiert.
- Für spezielle Anwendungsfälle, wie z.B. High Performance Computing, auch deutlich höherer Leistungsangaben bis zu 100 kW je Rack.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Problemstellung

Welche konkreten Verbrauchswerte in der Realität anzunehmen sind, kann durch Sichtung von Leistungsdaten der Systemhersteller für Server, Storage und Netzwerk oder Hyper-Converged Systeme häufig nicht beantwortet werden. Hier können Erfahrungswerte von Betreibern eine gute Unterstützung bei der Planung bieten.

Veränderungen der IT-Systeme und die Annahmen nach Verdichtung durch höhere Leistung sowie durch neue Trends wie z.B. KI und Edge Computing sorgen zudem für Verunsicherungen, welche Leistung pro Rack in 3, 5 oder 10 Jahren benötigt werden.

Ergebnis dieser Unsicherheitsfaktoren sind in der Regel eine Fehlkalkulation der tatsächlich benötigten Leistung.

- Im Falle einer Überdimensionierung werden mehr Flächen für IKT und Gebäudetechnik benötigt.
- Die technischen Anlagen wie Transformatoren, USV-, Diesel- und Schaltanlagen, Batterien, Klimageräte und Kälteerzeugungs-Anlagen werden größer.
- Die Energie Effizienz Vorgaben werden ggf. nicht erreicht

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

### Kostenauswirkung bei Fehleinschätzung

Als Richtwert können für jedes kW Überdimensionierung der benötigten IT-Leistung etwa 8.000 bis 10.000 Euro (aktuell 2024) für ein Rechenzentrum mit einem soliden n+1 Redundanzkonzept veranschlagt werden.

Die nachfolgende Tabelle stellt für verschiedene Szenarien in Bezug auf Menge, Leistungsannahme sowie tatsächlichem Leistungsbedarf je Rack dar, in welcher Größenordnung sich Fehl-Investitionen bewegen können.



Ausstattung		Größe		Plan Annahme Leistungsdaten		Tatsächlicher Bedarf		unnötige
Racks	White-space	RZ-Auslegung	ges. Leistung	Bedarf	ges. Leistung	Investition (*1		
8 Racks	49 m2	8 kW je Rack	64 kW	5 kW je Rack	40 kW	192 – 240 T €		
8 Racks	49 m2	10 kW je Rack	80 kW	6 kW je Rack	48 kW	256 – 320 T €		
16 Racks	86 m2	12 kW je Rack	192 kW	8 kW je Rack	128 kW	512 – 640 T €		
16 Racks	86 m2	15 kW je Rack	240 kW	10 kW je Rack	160 kW	640 – 800 T €		
16 Racks	86 m2	20 kW je Rack	320 kW	12 kW je Rack	192 kW	1,02 - 1,28 Mio. €		
32 Racks	149 m2	25 kW je Rack	800 kW	15 kW je Rack	480 kW	2,56 - 3,2 Mio. €		
64 Racks	275 m2	15 kW je Rack	960 kW	10 kW je Rack	640 kW	2,56 - 3,2 Mio. €		
64 Racks	275 m2	20 kW je Rack	1.280 kW	12 kW je Rack	768 kW	4,1 - 5,12 Mio. €		
64 Racks	275 m2	25 kW je Rack	1.600 kW	15 kW je Rack	960 kW	5,12 - 6,4 Mio. €		
96 Racks	393 m2	20 kW je Rack	1.920 kW	12 kW je Rack	1.152 kW	6,14 - 7,68 Mio. €		
128 Racks	510 m2	15 kW je Rack	1.920 kW	10 kW je Rack	1.280 kW	5,12 - 6,4 Mio. €		
128 Racks	510 m2	20 kW je Rack	2.560 kW	12 kW je Rack	1.536 kW	8,19 - 10,24 Mio. €		
128 Racks	510 m2	25 kW je Rack	3.200 kW	15 kW je Rack	1.920 kW	10,24 - 12,8 Mio. €		

Tab.: Auswirkungen bei Fehlkalkulation unter Berücksichtigung der Anzahl an Racks und deren Leistungsstärke  
(\*1 bezogen auf Gebäude, technische Gebäudeausrüstung [KG300 und 400])



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Strategie der Herangehensweise

In Bezug auf Gesamtinvestitionen in RZ-Gebäude, Räume und technische Anlagen für den RZ-Betrieb können sich schnell die Fehlinvestitionen in der Praxis auf deutlich größer als 30%, in seltenen Fällen sogar bis zu den 3-fachen RZ-Kosten der Gesamtinvestitionskosten belaufen.

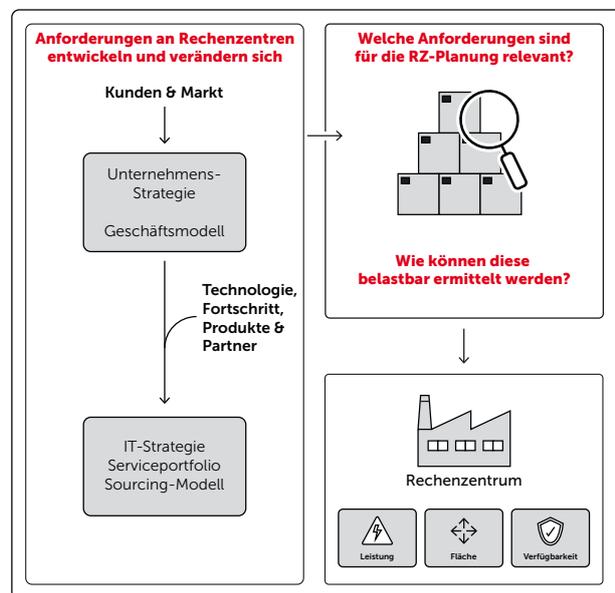
Die Auswirkungen auf die Betriebsfähigkeit sowie Betriebskosten sind jeweils individuell zu ermitteln, werden aber zu höheren Kosten und geringerer Effizienz führen. Dies kann ggf. die gesetzlichen Vorgaben (EnEFG) und die Zertifizierung in Bezug auf Effizienz gefährden.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass der Aufwand für die Qualifizierung der Planungsannahmen eine wichtige und richtige Investition für die Planung eines Rechenzentrums darstellt.

Um erhebliche Abweichungen zwischen Planung und tatsächlichem Bedarf zu vermeiden, die zu Fehlinvestitionen und Risiken für den effizienten Betrieb des Rechenzentrums führen können, ist ein kontinuierlicher Dialog zwischen Management, IT- und RZ-Planung unerlässlich.

Nur so können Veränderungen aus der Unternehmens- und IT-Strategie unter Berücksichtigung von sich ändernden Unternehmensportfolio, bzw. Geschäftsmodellen mit direktem Einfluss auf die IT-Strategie berücksichtigt werden.

Auch der technische Fortschritt von IT-Technologie sowie veränderte Service- und Sourcing Modelle können so in die langfristig ausgerichtete RZ-Planung einfließen.



Diagr.: Einstieg in den RZ-Planungsprozess



Typischerweise dauert es vom Planungsprozess bis zur Fertigstellung eines Rechenzentrums zwischen 24 und 48 Monaten.

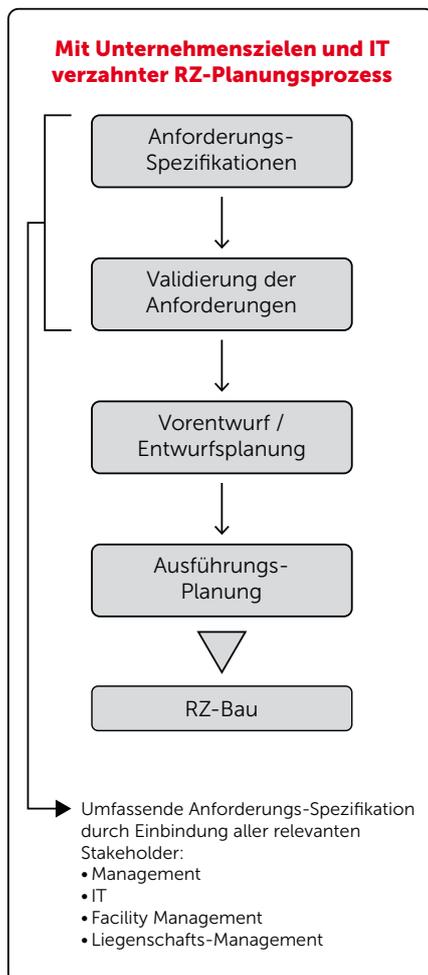
Es bietet sich daher an, zu Beginn der Planung eine umfassende Anforderungs-spezifikation zu erstellen, die insbesondere die Unternehmens- und IT-Anforderungen berücksichtigt.

Diese sollte im Planungsverlauf vor Baubeginn in einer Planungsiteration validiert werden, um ggf. bereits dann erkennbare Veränderungen noch in die Planung einbeziehen zu können.

Es ist von entscheidender Bedeutung, Veränderungen im Hinblick auf regulatorische und Compliance-Anforderungen (beispielsweise KRITIS, DSGVO, NIS-2, IT-Sicherheitsgesetz) sowie neue Anforderungen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Energieeffizienz, die zunehmend an Bedeutung gewinnen, in den Planungsprozess zu integrieren.

Durch dieses Vorgehen wird im Rahmen der Rechenzentrumsplanung eine umfassende 360-Grad-Analyse der Unternehmens-, IT-, fachlichen und Facility-Management-Anforderungen gewährleistet, was zu einer validen und bedarfsorientierten Planung des Rechenzentrumsvorhabens führt.

Es wird empfohlen, neben dem Fachplaner für Rechenzentren und TGA-Systeme auch einen qualifizierten IT-Berater in den Planungsprozess einzubeziehen. Auf diese Weise kann durch eine fundierte Erfassung der Anforderungen eine solide Basis geschaffen werden, um die Bewertung von Kapazitäts- und Flächenbedarfen gemäß den nachfolgenden Ausführungen als Planungsimpuls fortzuführen.

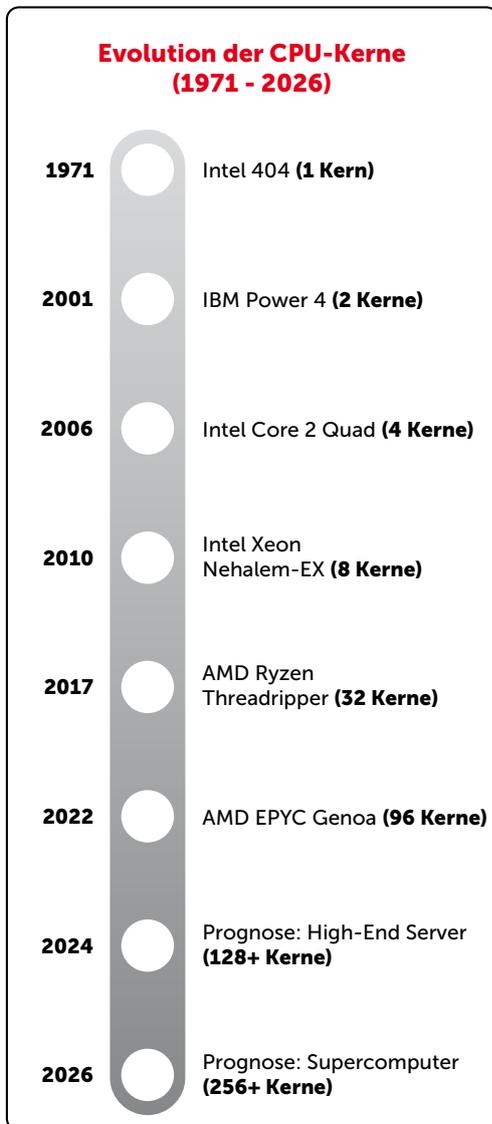


Diagr.: RZ-Planungsprozess



## Ausgangsposition der Schritt für Schritt Planung

### CPU-Technologie



Die Entwicklung der CPU-Technologie von 1971 bis heute hat einen signifikanten Wandel in Serversystemen bewirkt, der durch mehrere zentralen Fortschritte geprägt ist. In den 1970er Jahren führten die ersten Mikroprozessoren zu grundlegenden Rechenfähigkeiten, während die Einführung der 16- und 32-Bit-Architekturen in den 1980er Jahren die Grundlage für eine effizientere Datenverarbeitung legte. Mit der Etablierung der 64-Bit-Architektur in den 1990er Jahren konnten größere Speicherbereiche adressiert werden, was speziell für Serversysteme von hoher Relevanz war. Parallel dazu begannen erste Mehrkern-CPUs aufzutreten, die die parallele Bearbeitung mehrerer Prozesse ermöglichten.

Ab den 2000er Jahren setzte sich die Multi-Core-Architektur zunehmend durch. Die steigende Anzahl von Kernen in CPUs, kombiniert mit Technologien wie Simultaneous-Multi-Threading (SMT), führte zu einer dramatischen Steigerung der parallelen Rechenleistung in Serversystemen. Diese Entwicklung ermöglichte eine bessere Ressourcenauslastung und optimierte die Verarbeitung großer Mengen paralleler Aufgaben, wie sie in Datenbanken, virtuellen Maschinen und Cloud-Diensten vorkommen.

Seit 2015 hat die Many-Core-Architektur die Serverleistung exponentiell gesteigert, indem Prozessoren mit 64 oder mehr Kernen genutzt wurden. Darüber hinaus etablierten sich heterogene Architekturen, die spezialisierte Recheneinheiten wie GPUs oder KI-Beschleuniger integrieren, um Workloads effizienter zu verarbeiten. Diese Fortschritte sind entscheidend für moderne Rechenzentren und Cloud-Anwendungen, die hohe Parallelität und spezialisierte Verarbeitung erfordern.

Insgesamt haben die zunehmende Kernanzahl und die parallele Verarbeitung die Effizienz und Leistung von Serversystemen erheblich gesteigert, was die Entwicklung und Skalierung moderner Anwendungen und Infrastrukturen ermöglicht hat.

Diagr.: Evolution der CPU

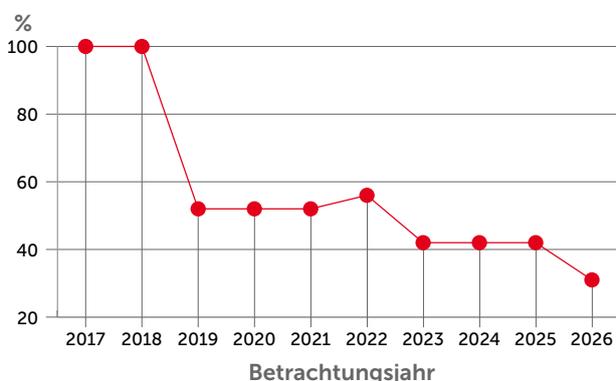


## GPU-Technologie

Eine GPU (Graphics Processing Unit) war ursprünglich für die Darstellung von Grafiken und die Entlastung der CPU durch das Rendern von 2D- und 3D-Grafiken konzipiert. Aufgrund ihrer Architektur mit vielen parallelen Recheneinheiten entwickelte sich die GPU jedoch zu einer Beschleunigereinheit für eine Vielzahl von rechenintensiven Aufgaben. Heute wird sie in Bereichen wie KI-Training, Simulationen, wissenschaftlichen Berechnungen, Datenanalyse und Krypto-Mining genutzt. Durch ihre Fähigkeit, große Mengen an Berechnungen parallel auszuführen, ist die GPU nicht mehr nur für Grafiken, sondern für allgemeine rechenintensive Anwendungen essenziell. Meist finden diese im Bereich des HPC (High Performance Computing) Anwendung.

## Trend „Energiebedarf CPU 2017 – 2026“

Um den Energiebedarf über mehrere Jahre vergleichen zu können, wurde eine bestimmte Menge an IT-Last, wie sie 2017 auf einer damals leistungsstarken CPU berechnet wurde, als Leistungsaufnahme von 100% gesetzt. Über die Betrachtungsjahre fällt die Kurve tendenziell stark ab. Wenn nun dieselbe IT-Last aus dem Jahre 2017 auf einem modernen System mit einer CPU mit 256 Kernen im Jahre 2026 berechnet werden würde, benötigt die Rechenoperation ca. 70% weniger an elektrischer Energie im Vergleich zu 2017.



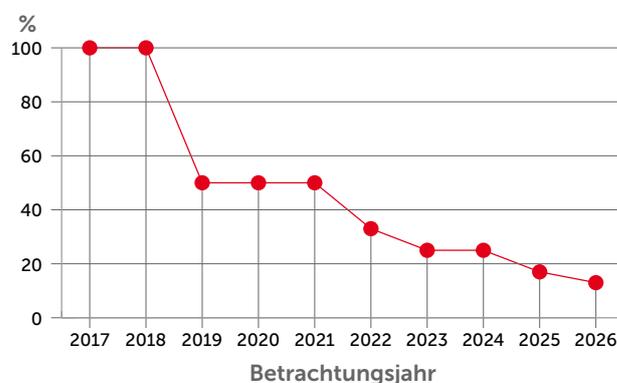
Diagr.: CPU-Energiebedarf 2017 – 2026 (Grafik dc-ce)

Die Serverkomponente CPU wurde gewählt, da diese neben der GPU die Komponente mit dem höchsten Energiebedarf im Serversystem ist. Bei dieser Betrachtung Serversysteme betrachtet, deren GPU nur zur Darstellung von Grafikausgaben bestimmt ist.

In Ähnlicher Form ließe sich dieses Beispiel der CPU auch auf GPUs und Speicherchips wie RAM und SSD im Server übertragen.

## Trend „Whitespace-Flächenbedarf 2017 – 2026“

Bezogen auf den Flächenbedarf im Whitespace stellt sich obiges Beispiel wie folgt dar.



Diagr.: Whitespace-Flächenbedarf 2017–2026 (Grafik dc-ce)

Wird der Flächenbedarf für eine bestimmte IT-Last im Jahre 2017 mit 100% festgelegt und dieselbe IT-Last auf moderne IT-Systemen im Jahre 2026 berechnet, finden die dafür benötigten Systeme, auf einer Fläche von nur noch knapp 15% der ursprünglichen Fläche im Jahr 2017 ihren Platz.

Genau diese rasante Veränderung und Weiterentwicklung, hier nur am Beispiel der elektronischen Komponenten, macht deutlich, dass sich altbewährte Methoden in der modernen RZ-Planung nur noch sehr bedingt anwenden lassen.

Hinzu kommen noch die bereits beschriebene Veränderungen bei der Nutzung von Hybriden Systemen oder das komplette Outsourcing der IT-Services. Faktoren, die auf Strategische Veränderungen im Nutzungsverhalten und dem Umgang mit IT zurückzuführen sind.

## Trends der zukünftigen CPU-Leistungsentwicklung

Aktuelle Beobachtungen und Trends in der Mikroprozessorforschung und -entwicklung zeigen, dass die Erhöhung Taktratensteigerung immer mehr stagniert, dafür aber die Leistungssteigerung zunehmend durch eine Optimierung in der Parallelisierung, Effizienz und Flexibilität erreicht werden soll. Technologische Innovationen wie Chiplet-Designs, heterogene Architekturen und spezialisierte Beschleuniger, zusammen mit fortschrittlichen Materialien und 3D-Stacking-Technologien, legen den Grundstein für eine weiter steigende CPU-Leistungsfähigkeit.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Schritt für Schritt Planung

Für ein Rechenzentrumsprojekt, sei es ein Umbau oder ein Neubau, ist eine fundierte Planungsgrundlage erforderlich, die den Bedarf an IT-Technologie und -Services über die gesamte vorgesehene Betriebsdauer des neuen Rechenzentrums hinweg plausibel und belastbar beschreibt. Hierbei ist es unvermeidlich, dass verschiedene Annahmen getroffen werden müssen, wodurch eine gewisse Unsicherheit in der Planung einfließt. In diesem Zusammenhang wird in der Planungsphase zwischen kalkulierbaren und unkalkulierbaren Faktoren unterschieden. Ein Ziel ist erreicht, wenn das Ergebnis am Ende ein plausibles und belastbares Verhältnis von ungefähr 80/20 aufweist. Dies stellt eine ausreichende Basis für die Einleitung der weiteren Projektphasen dar.

Zusätzlich muss der Bedarf an Migrations- und Wachstumsflächen berücksichtigt werden, um spätere Anpassungen effizient umsetzen zu können. Dabei sollten zusätzliche Sicherheitsbedarfe für die IT-Kapazitäten, die Einfluss auf die Dimensionierung der wesentlichen Auslegungselemente im „Whitespace“ haben, wenn überhaupt, nur einmalig erfasst werden. In späteren Projektphasen dürfen Änderungen nur in enger Abstimmung mit den verantwortlichen technischen Architekten vorgenommen werden.

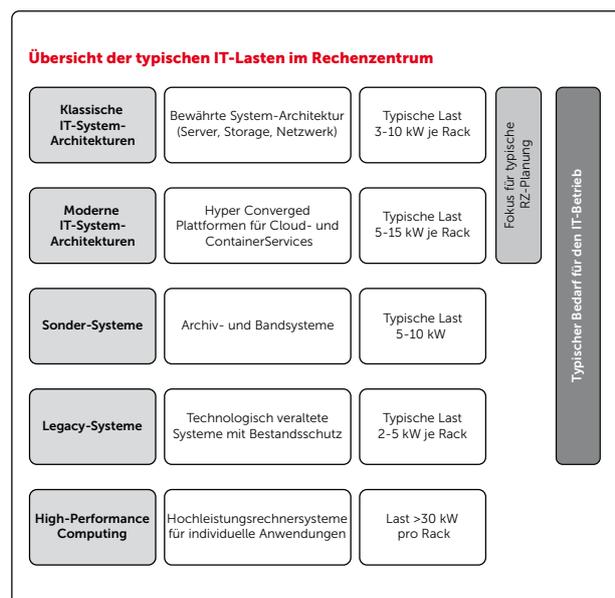
Sollten während der Planung Fehler erkannt oder unvorhergesehene Veränderungen eintreten, ist es essenziell, die Auswirkungen auf das Rechenzentrum und dessen ordnungsgemäßen Betrieb umgehend zu prüfen. Es muss evaluiert werden, ob die Veränderungen Korrekturen rechtfertigen und welche Anpassungen erforderlich sind. Je früher Planungsfehler identifiziert werden, desto einfacher und kosteneffizienter ist deren Korrektur. In fortgeschrittenen Projektphasen steigen die Kosten für Korrekturen erheblich, da bereits abgeschlossene Projektphasen unter Umständen erneut bearbeitet werden müssen.

Falls Korrekturen nicht mehr möglich sind, kann sich ein einmal eingeschlichener Fehler auf die gesamte Lebensdauer des Rechenzentrums negativ auswirken und die angestrebte Wirtschaftlichkeit des Betriebs signifikant beeinträchtigen. Daher ist diese Projektphase als besonders kritisch zu betrachten, da sie den Grundstein für den zukünftigen Rechenzentrumsbetrieb legt. Dies ist sowohl aus ökonomischer Perspektive als auch im Hinblick auf gesetzliche Vorgaben von Bedeutung, die durch neue Regulierungen den Betrieb von Rechenzentren klar festlegen.

### Klassifizierung von Systemen und Racks

Die elektrische Leistungsaufnahme von Serversystemen variiert zunehmend, was spezifische Anforderungen an den Whitespace eines Rechenzentrums stellt. In diesem Zusammenhang wurden Serversysteme in fünf Leistungsklassen kategorisiert, wie sie gegenwärtig gebräuchlich sind. Diese Klassifizierung berücksichtigt unterschiedliche Leistungsprofile und deren damit verbundenen Anforderungen an die Rechenzentrumsinfrastruktur.

Im Rahmen einer Rechenzentrums-Neuplanung wird in der Regel der Schwerpunkt auf klassische und moderne IT-Architekturen gelegt. Diese Systeme umfassen typischerweise Standard-Server, Storage-Einheiten sowie Netzwerkkomponenten, die sich problemlos in zeitgemäße Rechenzentren integrieren lassen. Sondersysteme sowie Legacy-Systeme (ältere, weiterhin betriebene Systeme) erfordern hingegen eine spezielle Anforderungsspezifikation. Daher sollte eine gründliche Validierung hinsichtlich ihrer Anforderungen an Klimatisierung, Platzbedarf und Infrastrukturkompatibilität erfolgen und bei der Planung eines Rechenzentrums berücksichtigt werden.



Diagr.: Typische IT-Lasten im Rechenzentrum



## Klassische IT-System-Architekturen

Klassische Systemarchitekturen in Rechenzentren umfassen Serversysteme, Speichereinheiten sowie Netzwerkkomponenten. Diese Systeme sind typischerweise in der Standard-19-Zoll-Technik realisiert, was ihre Integration in moderne Rechenzentren erleichtert. Eine zentrale Herausforderung dieser Architekturen liegt jedoch in der Gestaltung der Luftführung, da die Zu- und Abführung der Luft in den Kalt- und Warmgängen oft durch individuelle Lösungen umgesetzt werden muss, um eine effiziente Kühlung zu gewährleisten.

Der Leistungsbedarf pro Rack variiert in Abhängigkeit von der verwendeten Hardwarekonfiguration und kann heute im Bereich von 2 kW bis 10 kW liegen, in bestimmten Fällen auch darüber hinaus. Diese Leistungsanforderungen sind maßgeblich von der Serverdichte und den Kühllösungen abhängig, die in den jeweiligen Racks installiert sind. Eine präzise Planung der Luftführung und der Kühlung ist daher entscheidend, um eine Überhitzung zu vermeiden und die Betriebssicherheit des Rechenzentrums zu gewährleisten.

## Moderne System-Architekturen

Mit der Einführung von Hyper-Converged Systemen hat sich eine neue Klasse von Hardware-Architekturen etabliert, die sich durch die Integration von Rechenleistung, Speicher und Netzwerkressourcen auszeichnet. Diese Systeme finden bevorzugt Anwendung in modernen Cloud- und Containerservices und sind in Rechenzentren effektiv in Kalt-/Warmgang-Modellen nutzbar. Diese architektonische Flexibilität ermöglicht eine bessere Anpassung an die Anforderungen dynamischer IT-Umgebungen.

Der Leistungsbedarf pro Rack variiert in Abhängigkeit von der spezifischen Ausbaustufe und der zugrunde liegenden Plattform-Architektur. Typischerweise liegt dieser Bedarf im Bereich von 5 kW bis 15 kW, kann jedoch bei leistungsintensiveren Anwendungen oder speziellen Konfigurationen auch darüber hinausgehen.

Für eine optimierte Kühlung und maximale Energieeffizienz ist es von Bedeutung, die Rechenzentrums-klimatisierung und die IT-Systeme durch entsprechende BIOS-Einstellungen aufeinander abzustimmen, um insbesondere die Feinabstimmung der Luftvolumenströme anzugleichen. Dies trägt dazu bei, die Temperaturregulierung effizient zu gestalten sowie die Gesamtleistung und Zuverlässigkeit der Systeme zu steigern.

## Sondersysteme

Insbesondere in mittelständisch geprägten Rechenzentren stellen Sondersysteme, wie etwa Lösungen für Backup und Recovery, eine besondere Herausforderung dar. Klassische Bandsysteme erfordern spezifische klimatische Bedingungen hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die häufig nicht einfach in standardisierte Kalt- oder Warmgang-Modelle integriert werden können. Diese Systeme verfügen in der Regel über einen geringen Leistungsbedarf im Verhältnis zum benötigten Platz. Die Integration solcher Sondersysteme in moderne Rechenzentren erfordert daher eine angepasste Klimatisierungsstrategie, um die Betriebssicherheit und Effizienz zu gewährleisten.

## Legacy Systeme

Der Begriff Legacy-Systeme bezeichnet in der Regel veraltete Systeme, auf denen häufig ältere Bestandsapplikationen ausgeführt werden und die weiterhin in die Gesamtarchitektur eines Rechenzentrums integriert sind. Diese Systeme weisen charakteristischerweise einen geringen Leistungsbedarf von etwa 2 bis 5 kW pro Rack auf. Aufgrund ihrer oft nicht standardisierten Bauweise erfordern sie häufig eine individuelle Einhausung, da es sich nicht immer um 19-Zoll-Einbausysteme handelt oder es sich um eine spezielle Luftführung zur Kühlung handeln kann. Dies stellt eine besondere Herausforderung für moderne Rechenzentren dar, die mit Kalt-/Warmgang-Systemen arbeiten, da die Integration von Legacy-Systemen in diese Klimatisierungsmodelle häufig problematisch ist. Eine angemessene Lösung erfordert daher eine angepasste Klimatisierungsstrategie sowie spezifische Infrastrukturmaßnahmen, um die Betriebsstabilität und Effizienz auch bei der Einbindung älterer Systeme sicherzustellen.

## High Performance Computing

Die Systeme aus dem HPC-Bereich stellen eine spezifische Gruppe dar, da sowohl die Leistungsanforderungen als auch der Einbau in moderne Server- oder Systemräume in der Regel eine besondere Herausforderung darstellen. Die Leistungsdichte solcher Systeme, die für Spezialanwendungen konzipiert sind, kann pro Systemrack bis zu über 100 kW erreichen. Ein typisches Beispiel für solche Systeme sind High-Performance-Computing (HPC)-Systeme, die häufig in Bereichen wie der Forschung und Wissenschaft eingesetzt werden.

Aufgrund der hohen Wärmeentwicklung können Systeme dieser Leistungsklasse ausschließlich mit flüssigkeitsgekühlten Lösungen betrieben werden. Dies erfordert eine spezielle Infrastruktur im Rechenzentrum, um eine effektive Kühlung und eine sichere



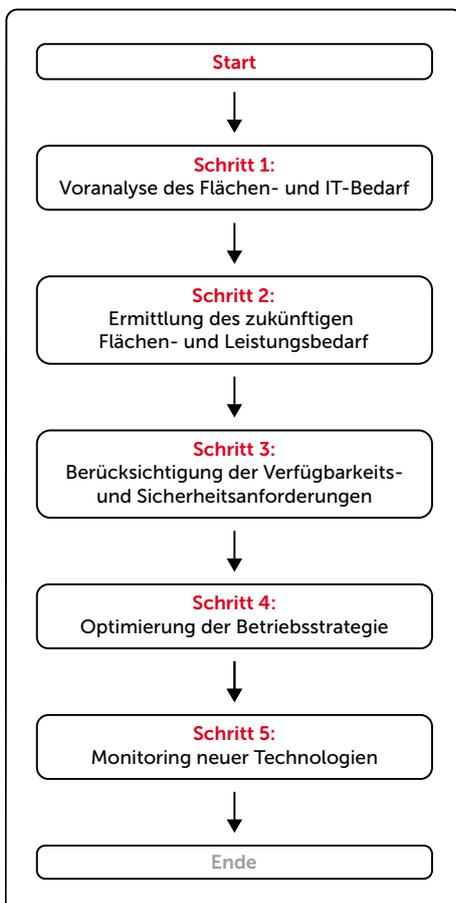
## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Umgebung zu gewährleisten. In diesem Whitepaper werden solche Systeme aufgrund ihrer spezifischen Anforderungen nicht weiter behandelt.

Die Integration und der Betrieb dieser Systeme erfordern eine präzise Planung und umfangreiche Anpassungen in der Infrastruktur, um die Betriebssicherheit und Effizienz zu gewährleisten.

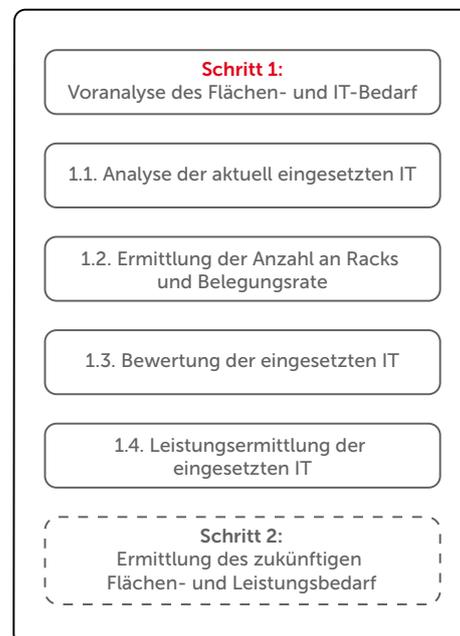
### Ablaufdiagramm zur Flächen- und Lastermittlung

Das im Folgenden dargestellte Ablaufdiagramm bietet eine Orientierungshilfe zu den wesentlichen Hauptprozessen. Die einzelnen Planungsschritte der jeweiligen Teilprozesse werden in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben.



Diagr.: Ablaufdiagramm zur Flächen- und Lastermittlung

### Schritt 1: Voranalyse des IT-Bedarfs



Diagr.: Schritt 1: Voranalyse des IT-Bedarfs

#### Analyse der aktuell eingesetzten IT:

Die detaillierte Analyse der derzeit eingesetzten IT-Infrastruktur umfasst Server, Switches, Speichersysteme sowie weiterer Spezialsysteme. Dabei ist sicherzustellen, dass alle relevanten IT-Standorte, die in das neue Rechenzentrum integriert werden sollen, in die Analyse einbezogen werden.

Eine Ergänzung der Klassifizierung dieser Systeme nach Kriterien wie Alter, Energieeffizienz und Auslastung bietet zusätzliche Einblicke, um den zukünftigen Bedarf dieser Komponenten sowie deren potenzielle Erneuerung oder Ausmusterung besser bewerten zu können. Diese differenzierte Betrachtung ermöglicht eine präzise Planung und unterstützt die Optimierung der IT-Infrastruktur hinsichtlich Effizienz und Zukunftsfähigkeit.

#### Ermittlung der Anzahl der Racks und Belegungsrate:

Bei der Bestandsaufnahme der IT-Infrastruktur ist es erforderlich, die Anzahl der vorhandenen Racks zu erfassen und deren Belegungsgrad zu ermitteln. Dieser Schritt umfasst die Bestimmung der genutzten Höheneinheiten (HE) in den Racks sowie die Analyse ihrer tatsächlichen Auslastung.



Zusätzlich sollte eine Bewertung der Zukunftsfähigkeit der Racks durchgeführt werden, um festzustellen, ob diese für eine höhere Leistungsdichte und die Integration zukünftiger Technologien geeignet sind. Diese Prüfung ermöglicht eine fundierte Entscheidung darüber, ob die vorhandenen Racks den Anforderungen einer sich verändernden IT-Infrastruktur gerecht werden können oder ob Anpassungen erforderlich sind. Diese Analyse trägt somit zur langfristigen Planungs- und Investitionssicherheit bei.

## Bewertung der eingesetzten IT:

Im Hinblick auf den Zeitpunkt der Inbetriebnahme des neuen Rechenzentrums ist es entscheidend, eine detaillierte Untersuchung darüber durchzuführen, welche IT-Systeme definitiv in das neue Rechenzentrum überführt werden sollen. Dabei sollte in Abhängigkeit zum Besiedelungstermin bewertet werden, welche Systeme durch neue Technologien ersetzt werden und welche innerhalb der nächsten 1 bis 5 Jahre einer Erneuerung bedürfen.

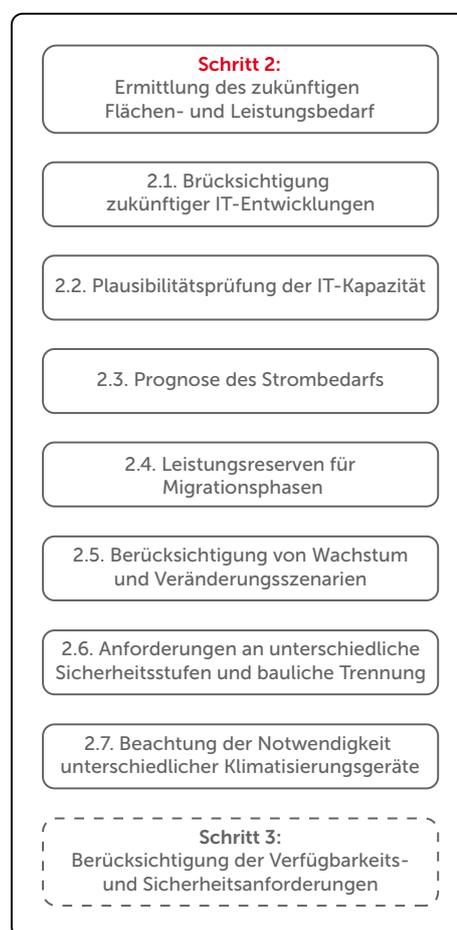
Darüber hinaus sind Aufgaben und Anwendungen zu identifizieren, die sich in die Cloud verlagern lassen, um eine Ausmusterung der entsprechenden Systeme vor Ort zu ermöglichen. Diese strategische Analyse trägt dazu bei, die Effizienz der IT-Infrastruktur zu erhöhen und eine Flexibilität des Rechenzentrums langfristig zu sichern. Hierbei wird nicht nur die technologische Aktualität berücksichtigt, sondern auch das Potenzial zur Ressourcenoptimierung durch den Einsatz von Cloud-Diensten.

## Leistungsermittlung der eingesetzten IT:

Die historische Entwicklung des Stromverbrauchs der bestehenden IT-Infrastruktur sollte anhand der Daten analysiert werden, die von den Power Distribution Units (PDUs) oder der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) bereitgestellt werden. Diese Analyse ermöglicht es, langfristige Trends zu erkennen und die Verbrauchsmuster der verschiedenen IT-Komponenten zu bewerten. Zu berücksichtigen sind bei der Auswertung die Leistungsverdichtungen der IT-Infrastrukturen nach Generationswechseln.

Auf Grundlage dieser Daten sollte der durchschnittliche Verbrauch pro Höheneinheit (HE) berechnet werden. Zur besseren Differenzierung ist es ratsam, die Ergebnisse in drei bis fünf Hardwarekategorien zu unterteilen. Diese Kategorisierung basiert auf Alter und Art der Systeme und trägt dazu bei, die Effizienz der verschiedenen Hardwaregenerationen zu bewerten. Diese Differenzierung unterstützt die Planung und ermöglicht es, fundierte Entscheidungen über Optimierungen, Erneuerungen oder Upgrades in der IT-Infrastruktur zu treffen.

## Schritt 2: Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs



Diagr.: Schritt 2: Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs

## Berücksichtigung zukünftiger IT-Entwicklungen:

Die Auswertung historischer Daten zur Flächenentwicklung und Energiebedarfsentwicklung ermöglicht es, zukünftigen IT-Bedarf bis zur Inbetriebnahme des neuen Rechenzentrums einfacher abschätzen zu können. Diese Datenanalyse hilft, Trends in der IT-Nutzung zu identifizieren und den zukünftigen Ressourcenbedarf fundiert zu prognostizieren. Zudem sollten potenzielle Workloads identifiziert werden, die in die Cloud verlagert werden können, um lokale Infrastrukturen zu entlasten und die Flexibilität zu erhöhen.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Darüber hinaus ist es entscheidend, eine zukunftssichere IT-Architektur zu planen, die nicht nur den aktuellen Anforderungen gerecht wird, sondern auch künftige technologische Entwicklungen berücksichtigt. Um dies zu gewährleisten, sollten regelmäßige Szenario-Analysen durchgeführt werden, um die potenzielle Entwicklung neuer IT-Geschäftsfelder zu bewerten. Diese Szenarien bieten eine Grundlage, um die Planungen flexibel zu gestalten und auf unbekannte oder zukünftige Anforderungen adäquat reagieren zu können. Eine proaktive, anpassungsfähige Planung erhöht somit die Zukunftsfähigkeit des Rechenzentrums und ermöglicht eine effektive Nutzung von Ressourcen.

### Plausibilitätsprüfung der IT-Kapazitäten:

Es ist sicher zu stellen, dass die geplanten Kapazitäten für Rechenleistung, Speicher und Netzwerk den prognostizierten Bedarf vollständig abdecken. Dazu ist eine Berechnung der resultierenden Höheneinheiten (HE) erforderlich, die anschließend in eine entsprechende Anzahl von Racks überführt werden sollte.

Bei dieser Planung ist es zudem wichtig, temporäre Flächenanforderungen für mögliche Migrationsprozesse zu berücksichtigen. Diese zusätzlichen Flächen sind notwendig, um einen reibungslosen Übergang von alten zu neuen Systemen sicherzustellen, ohne die laufenden Betriebsprozesse zu beeinträchtigen. Eine sorgfältige Planung der physischen Kapazitäten ermöglicht eine optimierte Raumausnutzung und gewährleistet die Flexibilität des Rechenzentrums während der Migrationsphasen.

### Prognose des Strombedarfs:

Die Nutzung von Konfigurationsprogrammen und Prognosetools, hilft dabei, den Strombedarf der neu geplanten Systeme präzise zu ermitteln. Dabei ist es entscheidend zu berücksichtigen, dass der Leistungsverbrauch zunehmend dynamischer wird und die Möglichkeit besteht, bei Bedarf ganze Systeme abzuschalten (Loadbalancing auf Hardware- und virtueller Ebene), um Energieeinsparungen zu erzielen.

Ergänzt werden sollten diese Planungen durch Lastmanagement-Strategien, die saisonale und tageszeitabhängige Leistungsschwankungen einbeziehen. Solche Schwankungen können durch den Einsatz flexibler Strom- und Klimaversorgungssysteme ausgeglichen werden. Diese Ansätze ermöglichen eine bedarfsgerechte Anpassung der Versorgung an veränderte Leistungsanforderungen, wodurch die Betriebseffizienz gesteigert und die Energieverschwendung minimiert werden kann. Ein proaktives Lastmanagement trägt somit zur Nachhaltigkeit und Betriebssicherheit des Rechenzentrums bei.

### Leistungsreserven für Migrationsphasen:

Bei der Planung von Übergangsphasen, in denen Systeme parallel betrieben werden müssen, sollten ausreichende Leistungsreserven eingeplant werden, um eine reibungslose Migration und die Vermeidung von Engpässen sicherzustellen. Diese Reservekapazitäten sind entscheidend, um während der parallelen Betriebsphasen einen stabilen und unterbrechungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Zudem ist es sinnvoll zu prüfen, ob temporäre Stromversorgungs-lösungen eine kosteneffizientere Alternative darstellen könnten. Solche temporären Lösungen bieten die Möglichkeit, die hohen Kosten für eine langfristige Bereithaltung überdimensionierter Kapazitäten zu vermeiden.

### Berücksichtigung von Wachstums- und Veränderungsszenarien:

Um flexible Erweiterungen im Rechenzentrum zu ermöglichen, ist es essenziell, zwischen gesichertem und ungewissem Flächenwachstum zu unterscheiden. Diese Differenzierung unterstützt eine fundierte Planung und hilft, die Infrastruktur an realistische Anforderungen anzupassen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die IT-Performance häufig schneller zunimmt als der damit verbundene zusätzliche Kapazitätsbedarf.

Ein vielversprechender Ansatz könnte die Nutzung modularer Systeme sein, die es ermöglichen, die IT-Kapazitäten kurzfristig zu erweitern, ohne größere infrastrukturelle Umbauten vorzunehmen. Diese modularen Konzepte bieten die nötige Flexibilität, um auf veränderte Anforderungen schnell und effizient reagieren zu können, und tragen zur Optimierung der Betriebseffizienz bei. Die Implementierung solcher flexiblen Erweiterungsmöglichkeiten sichert zudem die Zukunftsfähigkeit des Rechenzentrums.

### Anforderungen an unterschiedliche Sicherheitsstufen und bauliche Trennung:

Es sollte geprüft werden, ob eine bauliche Trennung bestimmter IT-Komponenten erforderlich ist, basierend auf den unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen. Dies betrifft insbesondere spezielle Systeme wie Bandroboter oder andere kritische IT-Komponenten, die unter Umständen höhere Anforderungen an Sicherheit und Schutz stellen.

Verschiedene Sicherheitsstufen innerhalb des Rechenzentrums könnten eine räumliche Trennung in separate Bereiche notwendig machen. Eine solche Trennung ermöglicht die Einhaltung



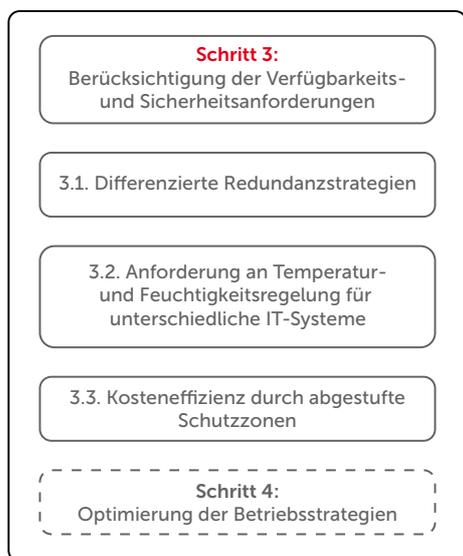
spezifischer Sicherheitsvorgaben und minimiert das Risiko durch die physische Isolierung sensibler Systeme. Diese Maßnahmen tragen zur Sicherstellung der Datensicherheit und zum Schutz kritischer Infrastrukturen bei.

### Unterschiedliche Klimatisierungssysteme in Betracht ziehen:

Bei der Planung von Klimatisierungssystemen ist es entscheidend, die unterschiedlichen Anforderungen an Temperatur und Feuchtigkeit zu berücksichtigen, die von den zukünftigen IT-Systemen gestellt werden. Diese Anforderungen können je nach System variieren und beeinflussen die Wahl der geeigneten Kühlungslösungen.

Es sollte zudem evaluiert werden, ob luftgekühlte oder wassergekühlte Server eine bessere Lösung darstellen, abhängig von der zu erwartenden Leistungsdichte der IT-Komponenten. Die Entscheidung für eine der beiden Technologien sollte daher auf einer detaillierten Analyse der erwarteten Wärmeentwicklung und der langfristigen Betriebskosten basieren, um die Effizienz und Nachhaltigkeit der Rechenzentrumsinfrastruktur zu maximieren.

### Schritt 3: Berücksichtigung von Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen



Diagr.: Schritt 3: Berücksichtigung von Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen

### Differenzierte Redundanzstrategien:

Die Redundanzanforderungen aus dem Sicherheitskonzept (RZ-Police) des Rechenzentrums müssen berücksichtigt werden. Diese Anforderungen definieren die notwendigen Maßnahmen, um eine Betriebssicherheit auch bei Ausfällen kritischer Komponenten zu gewährleisten.

Im Rahmen der Planung sollte überprüft werden, ob unterschiedliche Redundanzkonzepte, wie etwa eine n-Redundanz für nicht-kritische Systeme (z. B. Systeme für Künstliche Intelligenz oder High Performance Computing), ausreichen. Bei n-Redundanz wird die Infrastruktur ohne zusätzliche Redundanz betrieben, was für Systeme mit weniger kritischen Anforderungen akzeptabel sein kann.

Für geschäftskritische Anwendungen hingegen sollte auf bewährte Redundanzkonzepte wie n+1 oder n+n gesetzt werden. Diese Konzepte bieten eine zusätzliche Sicherheitsebene, indem sie entweder eine Komponente (n+1) oder eine vollständige Duplizierung (n+n) vorsehen, um den Betrieb auch bei Ausfall einer Komponente aufrechtzuerhalten. Die Wahl des passenden Redundanzkonzepts hängt von der Kritikalität der Anwendungen und den Sicherheitsvorgaben ab und trägt zur Risiko-Minimierung und zur Aufrechterhaltung des Betriebs bei.

### Anforderungen an Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung für unterschiedliche IT-Systeme:

Für unterschiedliche IT-Systeme, wie High Performance Computing (HPC) oder Künstliche Intelligenz (KI), die möglicherweise abweichende Anforderungen an Temperatur und Luftfeuchtigkeit haben, ist eine umfassende Überprüfung erforderlich. Insbesondere sollte geprüft werden, ob der Einsatz von wassergekühlter IT-Hardware zukünftig sinnvoll ist, um eine effizientere Kühlung zu gewährleisten. Diese Überprüfung ist notwendig, um die Betriebskosten der Klimatisierung durch eine verbesserte Energieeffizienz zu senken.

Darüber hinaus ist es ratsam, die Nutzung effizienter Kühltechniken in Betracht zu ziehen, wie z. B. direkte oder indirekte freie Kühlung oder der Einsatz von wassergekühlten Servern in bestimmten Bereichen des Rechenzentrums. Diese Techniken können erheblich zur Reduzierung des Energieverbrauchs beitragen. Eine differenzierte Auswahl und Planung dieser Kühlsysteme in Abhängigkeit von den jeweiligen Systemanforderungen ermöglicht eine Optimierung der Klimatisierungskosten und unterstützt die nachhaltige Gestaltung des Rechenzentrumsbetriebs.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

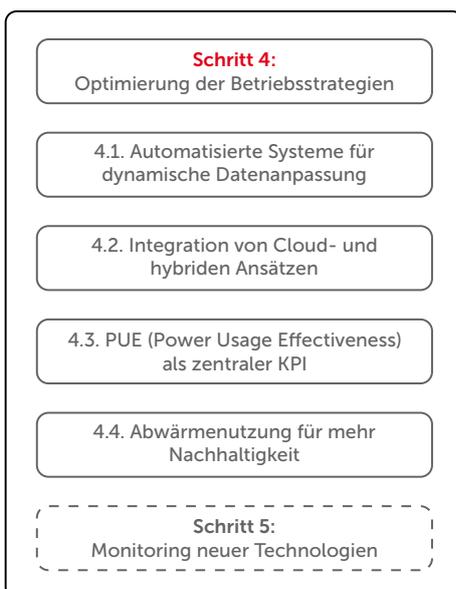
### Kosteneffizienz durch abgestufte Schutzzonen:

Die Sicherheits- und Schutzanforderungen aus dem Sicherheitskonzept (RZ-Police) des Rechenzentrums sind zu berücksichtigen. Diese Anforderungen legen die notwendigen Maßnahmen zur Sicherstellung des physischen und informationstechnischen Schutzes fest.

Zudem sollten mögliche wirtschaftliche Vorteile in Betracht gezogen werden, die sich durch die Einrichtung abgestufter Sicherheitszonen ergeben können. Anwendungen mit einem vermeintlich geringeren Schutzbedarf, wie beispielsweise High Performance Computing (HPC) oder Künstliche Intelligenz (KI), könnten in weniger stark gesicherten Bereichen des Rechenzentrums untergebracht werden. Dies würde die Sicherheitsinfrastruktur effizienter gestalten und gleichzeitig die Kosten senken.

Eine differenzierte Sicherheitsplanung ermöglicht eine bedarfsgerechte Absicherung und optimiert die Ressourcennutzung, ohne die Sicherheit kritischer Anwendungen zu gefährden.

### Schritt 4: Optimierung der Betriebsstrategie



Diagr.: Schritt 4: Optimierung der Betriebsstrategie

### Automatisierte Systeme für dynamische Lastanpassung:

Es wird empfohlen, automatisierte Steuerungssysteme, die in der Lage sind, dynamisch auf Lastveränderungen im Rechenzentrum zu reagieren zu implementieren. Diese Systeme sollten so konzipiert sein, dass sie bei Bedarf automatisch Kapazitäten zuschalten oder abschalten können, um sowohl die Klimatisierung als auch die Energieversorgung effizient zu optimieren. Die Automatisierung dieser Prozesse ermöglicht eine bedarfsgerechte Steuerung, wodurch Überkapazitäten vermieden und der Energieverbrauch minimiert werden können.

Steuerungssysteme sollten um Machine-Learning-basierte Algorithmen erweitert werden, die in der Lage sind, Lasttrends zu analysieren und vorausschauend zu optimieren. Diese Algorithmen sollten historische Daten nutzen, um Muster zu erkennen und auf dieser Grundlage präzise Vorhersagen über zukünftige Lastspitzen oder Änderungen zu treffen. Dadurch kann eine maximale Effizienz des Rechenzentrumsbetriebs erreicht werden, indem die Ressourcen dynamisch an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Diese Kombination aus Automatisierung und vorausschauender Analyse fördert eine nachhaltige Optimierung des Energieverbrauchs und der Betriebsabläufe.

### Integration von Cloud- und hybriden Ansätzen:

Die Integration von Cloud- und hybriden Infrastrukturen ermöglicht es, Rechenzentren flexibler auf Lastspitzen reagieren zu lassen. Workloads, die eine hohe Rechenleistung erfordern oder bei denen die Verfügbarkeit von entscheidender Bedeutung ist, können bei Bedarf in die Cloud ausgelagert werden, um die lokale Infrastruktur zu entlasten. Dies reduziert die Belastung der vor Ort befindlichen Ressourcen und gewährleistet eine stabile Performance.

Es sollten Strategien entwickelt werden, die eine intelligente Verteilung von Workloads zwischen lokalen Rechenzentren und der Cloud ermöglichen. Eine solche Verteilung unterstützt die Kostensenkung, da Ressourcen effizienter genutzt und Überkapazitäten vermieden werden können. Gleichzeitig bleibt die Skalierbarkeit erhalten, sodass das Rechenzentrum flexibel auf sich ändernde Anforderungen reagieren kann. Diese Kombination aus lokaler und Cloud-Infrastruktur bietet eine optimale Balance zwischen Flexibilität, Effizienz und Kostenkontrolle.



## PUE (Power Usage Effectiveness) als zentraler KPI:

Der Power Usage Effectiveness (PUE)-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen der Gesamtenergieaufnahme eines Rechenzentrums und der tatsächlich von den IT-Systemen genutzten Energie. Er dient als Indikator für die Energieeffizienz und wurde für größere Rechenzentren mit einer Nennleistung von über 300 kW als Referenzwert im Rahmen des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) festgelegt. Die Einhaltung dieser Vorgaben ist gesetzlich verpflichtend und soll die Effizienzstandards in Rechenzentren sicherstellen.

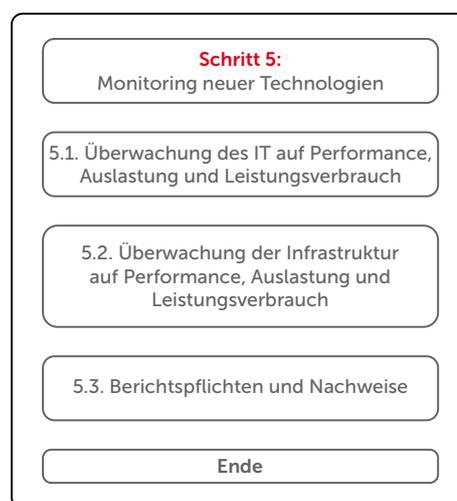
Der PUE-Wert sollte als primärer Key Performance Indicator (KPI) zur Bewertung der Energieeffizienz eines Rechenzentrums mit verwendet werden. Ein niedrigerer PUE-Wert deutet auf eine effizientere Nutzung der Energie hin, da in diesem Fall ein höherer Anteil der aufgenommenen Energie direkt für die IT-Systeme verwendet wird. Ziel bei der Optimierung des Energieverbrauchs sollte daher stets sein, den PUE-Wert so weit wie möglich zu senken, um die Betriebseffizienz zu steigern und die Auswirkungen des Rechenzentrums auf die Umwelt zu reduzieren.

## Abwärmenutzung für mehr Nachhaltigkeit:

Die Suche nach Möglichkeiten, wie die Abwärme aus dem Rechenzentrum für andere Anwendungen, wie beispielsweise zur Beheizung von Büros oder anderen Gebäuden zu nutzen ist. Diese Maßnahme trägt zur Verbesserung der Energieeffizienz des gesamten Betriebs bei und kann die Betriebskosten signifikant senken. Im Rahmen des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) ist die Nutzung von Abwärme bei größeren Rechenzentren mit einer Nennleistung von über 300 kW als Referenzwert festgelegt. Die Einhaltung dieser Vorgaben ist gesetzlich vorgeschrieben, um die Effizienzstandards zu fördern und die Umweltauswirkungen zu verringern.

Darüber hinaus sollte die Machbarkeit einer Kopplung des Rechenzentrums mit Fernwärmenetzen geprüft werden, oder die Nutzung der Abwärme für industrielle Prozesse in der Umgebung. Eine solche Integration könnte die Nachhaltigkeit des Rechenzentrums weiter fördern, indem die Abwärme in externe Systeme effizient eingespeist und genutzt wird. Diese strategische Ausrichtung trägt zur Ressourcenschonung bei und stärkt die Energieeffizienz auf regionaler Ebene.

## Schritt 5: Monitoring neuer Technologien



Diagr.: Schritt 5: Monitoring neuer Technologien

## Überwachung der IT auf Performance, Auslastung und Leistungsverbrauch

Ein effizienter Betrieb von IT-Systemen in Rechenzentren bedeutet, eine möglichst hohe Auslastung der einzelnen Systeme zu erzielen, ohne dabei Leistungseinbußen in der Datenverarbeitung zu riskieren. Um dies zu gewährleisten, sind umfassende Überwachungs- und Steuerungsmechanismen erforderlich, die verschiedene Infrastrukturebenen des Rechenzentrums abdecken.

Hierzu bieten sich mehrere Ansätze:

- **Zentrale Fabric-Architektur:** Die Nutzung einer zentralen Fabric-Architektur ermöglicht die Steuerung der Rechen-, Speicher- und Netzwerkinfrastruktur. Diese Architektur bietet eine automatisierte Verwaltungsebene, die eine dynamische Anpassung und Überwachung der Ressourcennutzung in Echtzeit ermöglicht.
- **Steuerung auf der Ebene des Hypervisors:** Auf der Virtualisierungsebene übernimmt der Hypervisor die Verwaltung der IT-Ressourcen. Durch die Virtualisierung können Rechenlasten flexibel verteilt und optimiert werden, um die Ressourcenauslastung zu maximieren, während gleichzeitig die Leistung der Systeme erhalten bleibt.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

- **Dedizierte Überwachungstools:** Der Einsatz spezifischer Tools zur Überwachung und Steuerung, die im Netzwerk integriert sind, ermöglicht eine kontinuierliche Analyse der Systemauslastung. Diese Tools bieten umfassende Einblicke in den Leistungsstatus, die Energieeffizienz und die Sicherheitszustände der IT-Infrastruktur und erlauben es mitunter, Anpassungen in Echtzeit vorzunehmen.
- **Gebäudeautomation (GA) und Leittechnik (GLT):** Die Überwachung und Analyse von Anlagen wie USV-Systemen (Unterbrechungsfreie Stromversorgung), weiteren elektronischer Anlagen und HLK-Anlagen (Heizung, Lüftung, Klimatisierung) ermöglicht eine ganzheitliche Überwachung der Infrastruktur. Durch die Analyse der Daten aus diesen Systemen lassen sich Trends und mögliche Schwachstellen erkennen, was eine proaktive Wartung und Optimierung ermöglicht.

### Überwachung der technischen Infrastruktur auf Performance, Auslastung und Leistungsverbrauch

Die Überwachung der technischen Infrastruktur in Rechenzentren ist aus mehreren wesentlichen Gründen erforderlich. Das Energieeffizienzgesetz (EnEFG) sieht eine Berichtspflicht vor, die eine umfassende Erfassung und Dokumentation des Energieverbrauchs verlangt. Darüber hinaus trägt eine kontinuierliche Überwachung zur Betriebssicherheit des Rechenzentrums bei. Durch frühzeitiges Erkennen von Abweichungen vom Regelbetrieb können potenzielle Ausfälle vermieden und die Verfügbarkeit der Systeme gesichert werden. Zudem lassen sich durch die Überwachung Optimierungspotenziale im Betrieb einfacher identifizieren und umsetzen, was zu einer höheren Effizienz und Kosteneinsparungen führt.

Möglichkeiten der Überwachung der RZ-Infrastruktur:

- **Intelligente Stromverteilungseinheiten (PDUs):** Moderne PDUs ermöglichen die Überwachung des Energieverbrauchs auf der Ebene einzelner Serverracks oder Geräte. Viele dieser PDUs sind netzwerkfähig und liefern detaillierte Daten zum Stromverbrauch, was eine präzise Steuerung der Energieflüsse ermöglicht.
- **Data Center Infrastructure Management (DCIM) Systeme:** DCIM-Lösungen bieten eine umfassende Verwaltung der physischen Infrastruktur des Rechenzentrums. Diese Systeme überwachen nicht nur den Energieverbrauch, sondern auch Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Sie tragen dadurch zur Optimierung der gesamten Rechenzentrumsinfrastruktur bei und helfen, den Energieverbrauch effizient zu steuern.

### Berichtspflichten und Nachweise

#### Berichterstattung über Energieverbrauch:

Rechenzentren mit einer Nennanschlussleistung von mindestens 300 Kilowatt sind verpflichtet, detaillierte Daten über ihren Stromverbrauch sowie dessen Herkunft zu dokumentieren und diese Informationen an die zuständigen Behörden zu melden. Ab dem Jahr 2024 müssen mindestens 50 % des verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien stammen und ab 2027 ist dieser Anteil auf 100 % zu erhöhen.

#### Effizienzberichte:

Betreiber von Rechenzentren sind dazu verpflichtet, regelmäßig Effizienzberichte über die Energieverbrauchseffizienz ihrer Anlagen zu erstellen. Insbesondere die Kennzahlen zur Power Usage Effectiveness (PUE) müssen dokumentiert und den zuständigen Behörden zur Verfügung gestellt werden. Der PUE-Wert dient als Maßstab für die Energieeffizienz und ermöglicht eine Bewertung der Effektivität, mit der die Energie für IT-Systeme genutzt wird.

#### Abwärmedaten:

Rechenzentren, die einen jährlichen Energieverbrauch von mindestens 2,5 GWh aufweisen, sind zusätzlich verpflichtet, jährliche Berichte über die Nutzung und Vermeidung von Abwärme einzureichen. Diese Berichte sollen den zuständigen Behörden Informationen über die Menge der erzeugten Abwärme und die Maßnahmen zur Abwärmevermeidung oder -nutzung bereitstellen.



## Rechenbeispiel

Ein Rechenzentrum aus dem Jahr 2014 mit einer Gesamtleistung von 285 kW wird in dieser Beispielberechnung betrachtet. Im Whitespace des Rechenzentrums befinden sich 148 Racks auf einer Fläche von rund 600 m<sup>2</sup>. Aufgrund von Veränderungen in der Nachbarschaft, die die Betriebssicherheit im ursprünglich vorgesehenen Maße nicht mehr gewährleisten können, wurde beschlossen, ein neues Rechenzentrum an einem alternativen Standort zu errichten.

Aktuell arbeitet das Rechenzentrum nahe seinen Kapazitätsgrenzen bezüglich der Energieversorgung und Klimatisierung. Dies führt zur Entstehung von Hotspots im Whitespace. Die Racks sind größtenteils ohne Einhausung verteilt, was eine gleichmäßige Kühlung erschwert. Das Erscheinungsbild des Whitespace wird zudem durch die heterogene Nutzung der Racks geprägt. Einige sind ungenutzt, während andere veraltete Hardware enthalten, die bereits abgeschaltet wurde. Diese uneinheitliche Anordnung und Auslastung beeinträchtigt die Effizienz und Temperaturkontrolle im Rechenzentrum.

### Ausgangssituation: Kapazitäten des legacy-Whitespace

Höheneinheiten	Racks	Elektrische Leistung	Fläche Whitespace
2928	148	272 kW	591 m <sup>2</sup>

Tab.: Kapazitäten legacy-Whitespace



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Schritt 1, Voranalyse des IT-Bedarfs

Analyse der aktuell eingesetzten IT:

Type	VM	Server-HW	Netzwerk	Storage	Spezialsystem	Alter d. HW	Belegung [HE]	El. Leist. [kW]	System-Auslastung
Mailserver	X								
Mgmt-Sys.	X								
SAN-01, -02				X		9	260	21	80
Datenbanken 1		X				6	173	16	40
Core-Netw.			X			4	99	6	
Network			X			10	166	3	
SAN-03					X	4	80	12	65
Datenbanken 2					X	2	280	28	20
Tape-Library					X	10	430	3	100
Appl.	X								
div. App-Server		X				5-10	98	5	23
Spez. APPServer					X	Teilw.>10	191	10	11
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Priv. Cloud-01		X				9	180	21	42
Priv. Cloud-02		X				1	108	15	54
<b>Summe</b>							<b>2928</b>	<b>272</b>	

Tab.: Erfassung der aktuell betriebenen Hardware im legacy-Rechenzentrum

Zunächst wurde in der oben gezeigten Tabelle die derzeit eingesetzte IT-Hardware so umfassend wie möglich in verschiedene Kategorien erfasst und analysiert. Dabei erfolgte eine systematische Klassifizierung der Hardware-Komponenten, um deren technischen Zustand, Leistungsfähigkeit und Energieverbrauch bewerten zu können.

Für den Umzug von IT-Systemen ist es hilfreich, in Frage kommenden Systeme zu kategorisieren, ob diese in Standard-19-Zoll-Racks montiert werden können oder ob sie herstellerspezifische Spezialracks erfordern.



In ähnlicher Weise wurden auch die Serverschränke bzw. Racks im Whitespace des Rechenzentrums erfasst und klassifiziert. Ziel dieser Erfassung ist es, eine Grundlage für die Harmonisierung und Optimierung der Raumausnutzung, der Kühlstrategien und der Kapazitätsplanung zu schaffen.

Rack Type	Anzahl [Racks]	Anzahl [HE]	Belegung [HE]	Belegt [%]
42 HE, 19" Std.	72	3024	1653	55
52 HE, 19"	22	1144	522	46
32 HE, 19"	15	480	126	26
...	...	...	...	...
Spezialracks	36	829	627	76
Summe	148	5477	2928	53%

Tab.: Ermittlung der Anzahl der Racks und Belegungsrate

## Bewertung der eingesetzten IT

Die Analyse der definierten Serverkategorien ergab folgende Ergebnisse:

Einige der klassischen IT-Systeme weisen bereits ein Alter von über fünf Jahren auf und stehen daher kurz vor einem Austausch, der spätestens im Zuge des Umzugs in das neue Rechenzentrum erfolgen wird. Im Gegensatz dazu sind moderne IT-Architekturen, wie die private Cloud, bereits vorhanden und für den Umzug eingeplant. Eine mögliche Erweiterung dieser Architektur wird in Betracht gezogen.

Die derzeit genutzten SAN-Systeme sind veraltet und werden durch leistungsstarke und energieeffiziente Modelle ersetzt. Hinsichtlich des Datenbanksystems, das relativ modern und leistungsfähig ist, zeigt die Analyse eine Auslastung von lediglich 20 %. Um die Effizienz zu steigern, soll dieses System zusätzlichen Workload übernehmen, und es ist vorgesehen, die Kapazitäten schrittweise auszubauen. Dazu ist eine Prognose des zukünftigen Wachstums eingeplant und entsprechende Ressourcen im Whitespace werden in Form von freien Höheneinheiten im Rack, elektrische Leistung und Kälte zu den prognostizierten Zeiten vorgesehen.

Sondersysteme, die als kritisch markiert sind, werden einer separaten Betrachtung unterzogen. Die zehn Jahre alte Tape-Library wird durch moderne Archivierungssysteme ersetzt. Zur Gewährleistung der Datenintegrität muss zudem ein Konzept für die Migration der Tapes aus dem Langzeitarchiv entwickelt werden.

## Leistungsermittlung der eingesetzten IT

Über die einzelnen PDUs konnten die Leistungsaufnahmen der jeweiligen IT-Systeme weitgehend ermittelt werden. In Zusammenarbeit mit den IT-Abteilungen war es möglich, für entscheidende Systeme die IT-Auslastung zu erfassen. Diese wurden in die obige Tabelle „Erfassung der aktuell betriebenen Hardware im legacy-Rechenzentrum“ eingetragen. Diese Ergebnisse fließen dienen weiteren Entscheidungen

### Fazit Schritt 1

Die Analyseergebnisse zeigen, dass der Stromverbrauch des Rechenzentrums über die Betriebsdauer um 30 % gestiegen ist, wenn die historischen Daten hinzugezogen werden. Gleichzeitig war der Flächenbedarf im Betrachtungszeitraum um über 25 % rückläufig. Knapp 50 % der Höheneinheiten in den Racks sind ungenutzt, was auf eine suboptimale Ressourcennutzung hinweist. Eine Vollausslastung der Kapazitäten wurde zu keiner Zeit erreicht.

Diese Erkenntnisse aus der Vergangenheit verdeutlichen den Handlungsbedarf zur Optimierung der Ressourcennutzung und die Notwendigkeit einer strategischen Planung der zukünftigen IT-Infrastruktur.



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Schritt 2: Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs

#### Berücksichtigung zukünftiger IT-Entwicklungen:

Im Rahmen der Analyse wurde festgestellt, dass einige Applikationen nicht mehr benötigt werden oder durch neue ersetzt werden sollen. Diese Änderungen sind zwar nicht Teil des Projekts, deuten jedoch darauf hin, dass der erwartete Ressourcenbedarf im Wesentlichen konstant bleibt.

Das Wachstum der Speicherressourcen wird auf 10 % pro Jahr prognostiziert. Gleichzeitig sollen die Mailboxen in die Public Cloud ausgelagert werden, was eine Entlastung der Private Cloud und eine Reduzierung des internen Ressourcenbedarfs ermöglicht.

Neben der bestehenden Private Cloud, die für den Umzug vorgesehen ist, wird ein neues System eingeführt, welches für die Virtualisierung als auch für die Containerisierung vorgesehen ist. Die bisherigen SAN-Systeme werden vollständig durch neue und leistungsstarke Modelle ersetzt.

Es wurden zudem Applikationen identifiziert, die sich besonders für eine Containerisierung eignen. Zusätzlich ist die Einführung einer neuen Applikation geplant, die einen hohen Bedarf an Ressourcen aufweist und vollständig virtualisiert betrieben wird. Diese Erweiterungen und Modernisierungen zielen darauf ab, die Effizienz und Flexibilität der IT-Infrastruktur nachhaltig zu steigern.

#### Konzeptionelle Planung neuer IT-Systeme:

Auf Grundlage der aktuellen Workloads, der prognostizierten Wachstumsrate sowie der zusätzlich geplanten Applikationen werden neue IT-Systeme konzipiert. Ziel ist es, sicherzustellen, dass der zukünftige Workload in Kombination mit den für den Umzug vorgesehenen Systemen in allen Bereichen getragen werden kann.

Die neuen IT-Systeme werden so konzipiert, dass sie sowohl den aktuellen Anforderungen als auch den erwarteten Kapazitätssteigerungen gerecht werden. Dies wird durch den Einsatz modernster Hardware sichergestellt, wodurch eine maximale Effizienz und Leistungsfähigkeit erreicht werden sollen. Ziel dieser Optimierung ist es, den Betrieb der Systeme so effektiv wie möglich zu gestalten und gleichzeitig auf zukünftige Workload-Erweiterungen vorbereitet zu sein.

Durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien soll nicht nur die Energieeffizienz gesteigert, sondern auch eine flexible Skalierbarkeit für zukünftige Entwicklungen gewährleistet werden.

Diese strategische Herangehensweise unterstützt eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen und minimiert die Betriebskosten sowie die Baukosten für das neue Rechenzentrum.

#### Plausibilitätsprüfung der IT-Kapazitäten:

Im Rahmen der Prüfung werden die Systeme identifiziert, die aus dem bestehenden Legacy-Rechenzentrum in das neue Rechenzentrum überführt werden sollen. Gleichzeitig wird eine Liste, der neu zu beschaffenden Systeme erstellt, die den Status der modernsten verfügbaren Technologien auf dem Markt im Jahr 2025 aufweisen. Diese Prüfung zielt darauf ab, eine effiziente und nachhaltige IT-Infrastruktur zu schaffen, indem veraltete Systeme möglichst durch leistungsstarke und hocheffiziente Technologien ersetzt werden. Die Auswahl basiert auf dem Ziel, das neue Rechenzentrum mit den fortschrittlichsten verfügbaren Systemen auszustatten, die den Anforderungen in Bezug auf Leistung, Virtualisierung, Sicherheit und Skalierbarkeit gerecht werden.



### Berechnung:

Die Hardware-Systeme, die 1:1 in das neue Rechenzentrum migriert werden sollen, umfassen alle bestehenden IT-Komponenten, die weiterhin aus betrieblichen Anforderungen weiterbetrieben werden müssen oder aber den technischen Anforderungen für das neue RZ entsprechen. Diese Systeme wurden sorgfältig evaluiert.

Bezeichnung	Server-HW	Spezialsysteme	Alter d. HW [Jahre]	Belegung [HE]	El. Leist. [kW]	System-Auslastung [%]
Datenbanken 2		X	2	280	28	20
Priv.Cloud-02	X		1	108	15	54
...	...	...	...	...	...	...
Spez. APP-Server		X	Teilw.>10	79	3	11
<b>Summe</b>				<b>515</b>	<b>46</b>	

Tab.: Hardware die 1:1 in das neue Rechenzentrum migriert wird

Das Netzwerk wird im Zuge des Rechenzentrumszugs vollständig neu konzipiert, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden. Diese Neukonzeption umfasst alle Netzwerkkomponenten, einschließlich Switches, Router, Firewalls, und sonstige Systeme zur Konnektivität, mit dem Ziel, eine moderne, skalierbare und leistungsfähige Infrastruktur zu schaffen.

Bezeichnung	Belegung [HE]	El. Leist. [kW]
Core-Network	56	6
Network	42	2
...	...	...
<b>Summe</b>	<b>132</b>	<b>9</b>

Tab.: Vorgesehene Netzwerk-Hardware für das neue Rechenzentrum



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

Die neuen IT-Systeme im Rechenzentrum werden auf Grundlage der zukünftigen Workloads und den steigenden Anforderungen an Leistung, Sicherheit und Effizienz geplant. Diese Systeme umfassen modernste Technologien und sind so ausgelegt, dass sie eine optimale Leistungsfähigkeit, Skalierbarkeit und Energieeffizienz bieten.

Bezeichnung	19" Einbau	Belegung [HE]	El. Leist. [kW]	Prognostizierte System-Auslastung [%]
Priv. Cloud-03	X	42	22	80
Storage, erweiterbar	X	32	8	60
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Archivierung, erweiterbar	X	16	4	60
<b>Summe</b>		<b>122</b>	<b>41</b>	

Tab.: Vorgesehene Server-Hardware für das neue Rechenzentrum

Im Rahmen der Planung des neuen Rechenzentrums ist es entscheidend, Reserveflächen für Migration und zukünftiges Wachstum einzuplanen.

Bei der Planung der Reserveflächen und der zukünftigen IT-Infrastruktur im Rechenzentrum muss die fortschreitende Entwicklung der Leistungsverdichtung in IT-Systemen berücksichtigt werden, insbesondere in Hinblick auf die kommenden Generationswechsel der Hardware.

Bezeichnung	19" Einbau	Belegung [HE]	Elektrische Leistung [kW]
Reservefläche	X	84	25
<b>Summe</b>		<b>84</b>	<b>25</b>

Tab.: Vorgesehene Reserve- und Migrations-Fläche für das neue Rechenzentrum



## Berechnungsgrundlagen und Anforderungen

Die durchgeführte Berechnung berücksichtigt verschiedene Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen, um die Stabilität und Ausfallsicherheit des neuen Rechenzentrums sicherzustellen. Hierzu wurden Redundanzstrategien untersucht und gezielt durch die Private-Cloud-Systeme abgedeckt, um ein hohes Maß an Betriebssicherheit zu gewährleisten.

### Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen:

**Einhausungen der Altsysteme:** Für die weiterhin eingesetzten Altsysteme wurden spezielle Einhausungen konzipiert, um deren spezifischen Anforderungen zu entsprechen und eine zuverlässige Wärmeabfuhr zu gewährleisten. Diese Maßnahme dient der Sicherstellung eines stabilen Betriebs trotz der Verwendung älterer Hardware.

**Integration moderner Einhausungen:** Die modernen IT-Systeme wurden in optimierte Einhausungen integriert, die auf die aktuellen Kühl- und Sicherheitsanforderungen abgestimmt sind. Diese Einhausungen ermöglichen eine gezielte und effiziente Klimatisierung der IT-Komponenten.

**Lastmanagement und Automatisierung:** Die neuen Systeme wurden hinsichtlich ihrer Lastschwankungen analysiert und entsprechend auf die typischen Lastprofile abgestimmt. Durch den Einsatz von automatisierten Steuerungssystemen können die Systeme flexibel auf Schwankungen reagieren und ihre Leistung optimieren.

**Monitoring und Leitstand:** Ein zentraler Leitstand wurde eingerichtet, der an das Monitoring-System angeschlossen ist und eine rund um die Uhr-Überwachung (7\*24) aller kritischen Komponenten sicherstellt. Dieses Monitoring ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Störungen und proaktive Maßnahmen, um Ausfälle zu vermeiden.

Diese umfassende Betrachtung und Umsetzung stellen sicher, dass die technischen Anforderungen des neuen Rechenzentrums vollständig erfüllt werden und gleichzeitig eine hohe Verfügbarkeit und Betriebseffizienz gewährleistet ist.

## Berechnungsergebnis

Nach der Summierung der Teilergebnisse ergeben sich für das neue Rechenzentrum die folgenden Kapazitäten für den neuen Whitespace

Höheneinheiten	Racks	Elektrische Leistung	Fläche Whitespace
853	22	121 kW	118 m <sup>2</sup>

Tab.: Vorgesehene Kapazitäten für das neue Rechenzentrum



## Orientierungshilfe zur Leistungsdichte und Lastermittlung von Servern, Datenschränken und Rechenzentren

### Fazit Schritt 2:

Die Übernahme der Altsysteme in einem größeren Umfang hat die Optimierung des Rechenzentrums eingeschränkt und den Einschnitt in der Infrastruktur deutlich beeinflusst. Bei der Auswahl neuer IT-Systeme wurde darauf geachtet, diese auf den modernsten Stand der Technik zu setzen

Wäre es möglich, die Legacy-Systeme vollständig zu ersetzen oder zu virtualisieren, könnte der Platz- und Leistungsbedarf erheblich reduziert werden. Die Altsysteme benötigen bei dieser Betrachtung einen Energieverbrauch von 46 kW und belegen 515 Höheneinheiten, was einem Volumen von etwa 15 Racks im Whitespace entspricht. Eine solche Maßnahme würde eine deutliche Optimierung des Rechenzentrums ermöglichen, sowohl in Bezug auf die Flächennutzung als auch auf den Energieverbrauch.

## Abkürzungsverzeichnis

- APP-Server: Applikationsserver
- CPU: Central Processing Unit (Prozessor)
- CRM: Customer-Relationship-Management
- DCIM: Data Center Infrastructure Management
- DSGVO: Datenschutz-Grundverordnung
- ERP: Enterprise Resource Planning
- GA: Gebäudeautomation
- GLT: Gebäudeleittechnik
- GPU: Graphics Processing Unit (Grafikprozessor)
- HE: Höheneinheit
- HLK: Heizung, Lüftung, Klimatisierung
- HPC: High Performance Computing
- IKT: Informations- und Kommunikationstechnologie
- KI: Künstliche Intelligenz
- KPI: Key Performance Indicator
- KRITIS: Kritische Infrastrukturen
- NIS: Network and Information Security
- PUE: Power-Usage-Effectiveness
- RZ: Rechenzentrum
- TGA: Technische Gebäudeausrüstung
- USV: Unterbrechungsfreie Stromversorgung
- VM: Virtual Machine (Virtuelle Maschine)



## Über eco

### eco gestaltet das Internet

Mit rund 1.000 Mitgliedsunternehmen aus über 70 Ländern ist eco der führende Verband der Internetwirtschaft in Europa. Seit 1995 gestalten wir maßgeblich die Entwicklung des Internet: Wir fördern neue Technologien, Infrastrukturen sowie Märkte und formen Rahmenbedingungen.

### Netz mit Verantwortung

Gemeinsam mit unseren Mitgliedern setzen wir uns für ein freies, technik- und netzneutrales sowie leistungsstarkes Internet ein. Dabei wollen wir die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Internet sowie das Vertrauen darin fördern. Ziel ist es, die digitale Transformation von Gesellschaft und Wirtschaft bestmöglich zu gestalten, sodass erfolgreiches wirtschaftliches Handeln auf der Grundlage unserer demokratischen Werte gelingen kann.

Als Stimme der Internetwirtschaft übernehmen wir gesellschaftliche Verantwortung für eine ethisch-orientierte Digitalisierung.

### eco vernetzt branchenübergreifend

Die digitale Transformation durchdringt immer mehr Bereiche unseres Lebens. Damit erweitert sich auch das Spektrum unserer Verbandsarbeit – nicht nur inhaltlich. Es gilt, gemeinsam den Fortschritt und Wandel zu gestalten!

Unternehmen der Informations- und Telekommunikationsbranche sollten sich eng mit traditionellen Industrien austauschen, um ein nachhaltig funktionierendes digitales Ökosystem zu schaffen. eco dient als neutrale Plattform, um Sichtweisen, Ziele und Bedenken auf Augenhöhe zu diskutieren. Dabei bringen wir unsere Mitglieder und Stakeholder der Wirtschaft in Gespräch mit Wissenschaft, Gesellschaft und Politik.

### eco schafft Standards

In unseren Expert:innen- und Kompetenzgruppen finden Sie die ideale Basis, um sich über aktuelle und zukünftige Internetthemen auszutauschen und diese weiterzuentwickeln.

eco ist durch seine enge Verbindung zum DE-CIX Teil der Branche und aktiver Gestalter der digitalen Transformation mit starken technologischen Kernkompetenzen in den Bereichen Infrastruktur und Sicherheit.

Von eco entwickelte Gütesiegel setzen Qualitätsstandards und machen den Markt für Anbieter und Anwender transparenter. Sie stärken nachhaltig die Internet- und Digitalbranche als Motor der Gesamtwirtschaft. eco Beratungsangebote für Mitglieder und Services für Internetnutzer:innen unterstützen bei Fragen zur Rechtslage, erhöhen die Sicherheit und verbessern den Jugendschutz.

### KG Data Center

In der Kompetenzgruppe Data Center treffen sich regelmäßig Unternehmen aus dem Bereich des technischen RZ-Betriebs (Cloud & Hosting, Co-Location, Eigenbetrieb), Fachexpert:innen aus den Bereichen Beratung und Planung sowie Lösungsanbieter für IT und Facility Management zu einem offenen und vertraulichen Informationsaustausch auf Augenhöhe.

[www.eco.de/themen/datacenter](http://www.eco.de/themen/datacenter)

### Data Center Star Audit (DCSA)

Mit dem DCSA beurteilen seit 2005 eco Authorized Auditors objektiv die Infrastruktur und Leistungen von Rechenzentren – und das mit zunehmender Verbreitung in ganz Europa. Das DCSA eignet sich grundsätzlich für jedes Unternehmen, das ein Rechenzentrum/einen Serverraum betreibt oder Colocation nutzt.

Unabhängig vom Geschäftsmodell oder der Größe der IT-Fläche ermöglicht das DCSA, Ihre Redundanz-Konzeption, Qualität, Sicherheit und Verfügbarkeit transparent und nachvollziehbar darzustellen. Der Audit erfolgt zeitnah bei überschaubarem finanziellem Aufwand. Das Gütesiegel erhöht Ihre Vertrauenswürdigkeit im Hinblick auf Kund:innen, Wirtschaftsprüfer:innen, Banken und Versicherungen.

Weitere Informationen und Kontakt:

[www.dcaudit.de](http://www.dcaudit.de)  
[info@dcaudit.de](mailto:info@dcaudit.de)







## Orientierungshilfe

zur Leistungsdichte und  
Lastermittlung von Servern,  
Datenschränken und Rechenzentren

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

