### Hinweis zu den angebotenen Unterlagen

Die auf den Webseiten angebotenen Unterlagen sollen die Beschaffer vor Ort im Bereich der nachhaltigen Beschaffung unterstützen. Die Unterlagen wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Es handelt sich hierbei um ein frei bleibendes und unverbindliches Angebot. Daher sind Haftungsansprüche, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Unterlagen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, ausgeschlossen, sofern seitens des Autors und/oder Veröffentlichers kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt. Der Autor behält es sich ausdrücklich vor, Teile der Unterlagen oder das gesamte Angebot ohne gesonderte Ankündigung zu verändern, zu ergänzen, zu löschen oder die Veröffentlichung zeitweise oder endgültig einzustellen. Für jeden Beschaffungsfall ist eine individuelle Betrachtung des jeweiligen Sachverhalts notwendig, die eine Anpassung der Unterlagen erforderlich machen kann.

\_\_\_\_\_

Dokumenttitel: Leitfaden - Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume

Dokumentenart: Leitfaden Herausgeber: KNBBund

Organisationseinheit: Umweltbundesamt - Öko-Institut e.V.

Bundesland: Bund

Einstelldatum: 24.02.2017

Verschlagwortung: Rechenzentren Rechenzentrum Serverräume Baluer Engel RAL-UZ 161

Energieeffizienz Kühlung USV Virtualisierung

Produktgruppe: IT-Sonstiges Vergabeart: keine-Vergabe

Nachhaltigkeitsaspekte: Ökologisch

National: nein Priorisiert: nein

Dateiname: Leitfaden\_Rechenzentren und Serverraeume\_06.pdf

Dateigröße: 1,82 MB Dateityp: application/pdf

Dokument ist barrierefrei/barrierearm: ja

### Kurzbeschreibung:

Mit dem vorliegenden Leitfaden werden die öffentlichen Beschafferinnen und Beschaffer dabei unterstützt, umweltverträgliche Rechenzentrums-Hardware, Rechenzentrums-Infrastruktur sowie Rechenzentrums-

Dienstleistungen auszuschreiben und zu beschaffen.



### **Hinweis:**

Dieser Leitfaden basiert auf den Kriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015.

Trotz sorgfältiger Prüfung sämtlicher Angaben des Leitfadens können Fehler nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität des Inhalts ist daher ohne Gewähr. Eine Haftung des Herausgebers auch für die mit dem Inhalt verbundenen potentiellen Folgen ist ausgeschlossen.

Wir erlauben das Kopieren sowie die sonstige Nutzung aller in diesem Leitfaden enthaltenen Inhalte, sofern sie nicht verfälscht oder auf sonstige missbräuchliche Art und Weise genutzt werden.

# **Inhalt**

1.	Einleitung	6
	Verwendung des Leitfadens	6
3.	Geltungsbereich	9
4.	Begriffsbestimmungen	9
	Nachweisführung	11
5.1	Nachweis durch Bescheinigung von Konformitätsbewertungsstellen	11
5.2	Nachweis durch Gütezeichen	11
5.3	Empfehlungen für Nachweisanforderungen	12
6.	Umweltbezogene Anforderungen	13
6.1	Rechenzentrums-Hardware	13
6.1.1	Anforderungen an den Auftragsgegenstand	13
6.1.1.1	Gesamtenergieeffizienz der Server	13
6.1.1.2	Kältemittel in Kälteanlagen	14
6.1.1.3	Energieeffizienz des Kühlsystems	14
6.1.1.4	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	15
6.1.1.5	Energieeffiziente Netzteile	16
6.1.1.6	Intelligente Power Distribution Units (PDUs)	16
6.2	Installation von Messtechnik	16
6.2.1	Anforderungen an den Auftragsgegenstand	16

6.2.1.1	Installation der Messpunkte	16
6.3	Energie-Monitoring	18
6.3.1	Anforderungen an die Auftragsausführung	18
6.3.1.1	Energie-Monitoring	18
	Jährlicher Monitoring-Bericht	19
6.4	Rechenzentrumsbetrieb	19
6.4.1	Eignungskriterien	19
6.4.1.1	Energiemanagementsystem	19
6.4.2	Anforderungen an den Auftragsgegenstand	20
6.4.2.1	Energy Usage Effectiveness (EUE)	20
6.4.2.2	Energieeffizienz des Kühlsystems	20
	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	22
	Elektrische Energie	22
	Kältemittel in Kälteanlagen	23
6.4.2.6	Erstellung einer IT-Inventarliste	23
6.4.3	Anforderungen an die Auftragsausführung	24
	Virtualisierung von Servern	24
	Energie-Monitoring	24
6.4.3.3	Jährlicher Energieeffizienzbericht	24
7.	Angebotswertung	25
7.1	Lebenszykluskosten	25
<b>7.</b> 2	Nutzwertanalyse	26

Anhang A:	Messkonzept	28
Anhang B:	Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems	31
Anhang C:	Berechnung der mittleren Auslastungen IT	33
Anhang D:	IT Inventarliste	35
Anhang E:	Anbieterfragebögen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume	36
///////////////////////////////////////		

## 1. Einleitung

Der Stromverbrauch von Rechenzentren in Deutschland hat sich gemäß einer Studie im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums <sup>1</sup> im Zeitraum 2001 bis 2015 von 5,4 TWh pro Jahr auf 12 TWh pro Jahr mehr als verdoppelt. Bis zum Jahr 2025 wird ein Anstieg bis auf 16,4 TWh pro Jahr erwartet.

Nach den Erfahrungen von Pilotprojekten und guten Praxisbeispielen kann davon ausgegangen werden, dass in Rechenzentren Energieeinsparmöglichkeiten zwischen 40 bis 50 % vorhanden sind. Besonders große Energieeinsparpotenziale werden von den Rechenzentrumsbetreibern bei der Klimatisierung, beim Einsatz energieeffizienter Server und Speichersysteme, durch die Virtualisierung von Servern, sowie bei der Stromerzeugung und -verteilung gesehen.

Die Bundesregierung hat in der Digitalen Agenda 2014 – 2017 beschlossen, ihre Anstrengungen im Rahmen der Green-IT-Initiative des Bundes zu verstärken. Hierzu zählen die Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), die Orientierung an Nachhaltigkeitskriterien beim öffentlichen Einkauf und die Umsetzung von Green-IT in der Wirtschaft.

Mit dem vorliegenden Leitfaden werden die öffentlichen Beschafferinnen und Beschaffer dabei unterstützt, umweltverträgliche Rechenzentrums-Hardware, Rechenzentrums-Infrastruktur sowie Rechenzentrums-Dienstleistungen auszuschreiben und zu beschaffen.

# 2. Verwendung des Leitfadens

Dieser Leitfaden enthält die für öffentliche Auftraggeber wesentlichen Informationen und Empfehlungen für die Einbeziehung von Umweltaspekten in die Vergabe- und Vertragsunterlagen. Die technischen Leistungsmerkmale der zu beschaffenden Hardware oder Dienstleistung, die über die Umweltaspekte hinausgehen, müssen vom Bedarfsträger selbst festgelegt werden und sind nicht Bestandteil dieses Leitfadens.

Bei der Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräumen kann der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistung stark variieren. So können IKT-Leistungen beispielsweise als Dienstleistung bei externen Unternehmen in Anspruch genommen werden, ohne dass die öffentliche Hand selbst Hardware erwirbt. In anderen Fällen können für eigene Serverräume neue Server oder Speichersysteme angeschafft werden, die durch eigenes Personal selbst betrieben werden. Um den unterschiedlichen Schwerpunkten Rechnung zu tragen, sieht dieser Leitfaden verschiedene Anbieterfragebögen vor, die

<sup>1</sup> Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland; Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie; Fraunhofer IZM und Borderstep-Institut, Berlin November 20162015; https://www. bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.

je nach Auftragsgegenstand unterschiedlich kombiniert werden können.

Es stehen folgende vier Anbieterfragebögen zur Verfügung:

- Rechenzentrums-Hardware,
- Installation von Messtechnik,
- Energie-Monitoring,
- Rechenzentrumsbetrieb.

Die nachfolgenden Tabellen 1 und 2 sollen den Beschafferinnen und Beschaffern dabei helfen, die zu berücksichtigenden Anforderungen (Abschnitte 6.1 bis 6.4) bzw. zu verwendenden Anbieterfragebögen (Anhang E) zu identifizieren. Sofern keine der nachfolgenden Beschreibungen a) bis f) auf die geplante Beschaffung zutrifft, sollte eine Auswahl von Anforderungen aus den vier Anbieterfragebögen vorgenommen werden, die den Beschaffungsgegenstand am besten abdeckt. Die in den Anbieterfragebögen für Rechenzentrums-Hardware und Rechenzentrumsbetrieb erwähnten Anlagen sind vom Bieter selbst zu erstellen und dem Angebot beizufügen.

Tabelle 1: Beschaffung von Hardware

Beschreibung Beschaffungsgegenstand		Zu	verwendender Anbieterfragebogen	
a)	Errichtung oder Modernisierung eines Rechenzentrums oder eines Serverrau- mes. Der Auftraggeber ist der Eigentü- mer der Räume, der Gebäudetechnik und der Rechenzentrums-Hardware und betreibt diese selbst.	•	Rechenzentrums-Hardware sowie Installation von Messtechnik	
b)	Erweiterung oder Erneuerung der Hardware eines Rechenzentrums oder eines Serverraumes. Der Auftraggeber ist Eigentümer der Räume, der Gebäu- detechnik und der Rechenzentrums- Hardware und betreibt diese selbst.	•	Rechenzentrums-Hardware	
c)	Beschaffung von Hardware zum Einsatz in einem externen Rechenzentrum (z. B. bei einem Colocation Provider).	•	Rechenzentrums-Hardware	

Tabelle 2: Beschaffung von Dienstleistungen

Table 1. Zeconarius von Zienetreneangen			
Beschreibung Beschaffungsgegenstand		Zu verwendender Anbieterfragebogen	
d	Betrieb eines bestehenden Rechenzentrums oder eines bestehenden Serverraumes durch einen externen Dienstleister. Der Auftraggeber ist der Eigentümer der Räume, der Gebäudetechnik und der Rechenzentrums-Hardware. Der Dienstleister stellt das Personal (Outsourcing des IT-Services).	<ul><li>Installation von Messtechnik sowie</li><li>Energie-Monitoring</li></ul>	
e	Bereitstellung externer Rechenzentrumsfläche inklusive Infrastruktur (Stromversorgung, Kühlsystem, Netzwerk-Anbindung u. a.) und von Colocation- oder Housing-Dienstleistungen. Der Dienstleister stellt sein eigenes Rechenzentrum zur Verfügung und betreibt auf dieser Fläche die Hardware des Auftraggebers (z. B. Server und Speichersysteme).	Rechenzentrumsbetrieb	
f)	Datenverarbeitungs-Dienstleistung (z.B. DV-Verfahren) in einem externen Rechenzentrum (Managed Service Provider, Outsourcing/Outtasking der IT-Dienstleistung). Der Dienstleister	Rechenzentrumsbetrieb	

Die im Anhang E befindlichen sowie separat unter www.beschaffung-info.de als Word-Dokument veröffentlichten Anbieterfragebögen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Rechenzentrums-Hardware (z. B. Server, Kühlsystem, Messtechnik) oder entsprechender Dienstleistung in Rechenzentren (z. B. Betrieb eines Rechenzentrums, Bereitstellung eines DV-Verfahrens, Durchführung eines Energie-Monitorings) sind als Anlage zum Leistungsverzeichnis gedacht. Hinsichtlich der Umweltanfor-

ist sowohl Eigentümer der Rechenzentrums-Infrastruktur als auch der dort

installierten Hardware.

derungen an den Auftragsgegenstand ist damit lediglich ein entsprechender Verweis im Leistungsverzeichnis erforderlich, um der vergaberechtlichen Vorgabe Rechnung zu tragen, die Leistung eindeutig und erschöpfend zu beschreiben.

Der Anbieterfragebogen soll zudem der Nachweisführung dienen. Eine diesbezügliche Formulierung in den Vergabeunterlagen könnte sein: "Die [gelieferten Produkte/bereitgestellten Dienstleistungen] müssen die im angefügten "Anbieterfragebogen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Rechenzentrums-Hardware/Installation von Messtechnik/ Energie-Monitoring/Rechenzentrumsbetrieb" genannten Ausschlusskriterien erfüllen, um bei der Vergabeentscheidung berücksichtigt werden zu können. Die im Anbieterfragebogen genannten Bewertungskriterien werden im Rahmen der Angebotswertung berücksichtigt. Zum Nachweis ist der ausgefüllte Anbieterfragebogen zusammen mit den darin geforderten Einzelnachweisen vorzulegen."

Im Fall der Beschaffung von Dienstleistungen gemäß Tabelle 2 und der Verwendung der Anbieterfragebögen Energie-Monitoring oder Rechenzentrumsbetrieb sollte diese Formulierung wie folgt ergänzt werden:

"Sofern das Rechenzentrum, in dem die Dienstleistung erbracht wird, mit dem Umweltzeichen Blauer Engel RAL-UZ 161 gekennzeichnet ist, können die Einzelnachweise entfallen. Die Einzelnachweise können auch dann entfallen, wenn das Rechenzentrum mit einem gleichwertigen Umwelt- oder Gütezeichen gekennzeichnet ist, das für die Kennzeichnung alle im Anbieterfragebogen genannten Ausschlusskriterien voraussetzt. Die im Anbieterfragebogen abgefragten Zahlenwerte sind jedoch in jedem Fall anzugeben und per Anbietererklärung zu bestätigen.

Weiterhin muss der Anbieter schriftlich versichern, dass er im Fall einer Zuschlagserteilung die im Anbieterfragebogen genannten Anforderungen an die Auftragsausführung als Vertragsbestandteil akzeptiert und die Anforderungen einhalten wird."

## 3. Geltungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume. Dies bedeutet, der Leitfaden kann sowohl für die Beschaffung von Rechenzentrums-Hardware (z. B. Server, Kühlsystem, Messtechnik) als auch für die Beschaffung einer Dienstleistung in Rechenzentren (z. B. Betrieb eines Rechenzentrums, Bereitstellung eines DV-Verfahrens, Durchführung eines Energie-Monitorings) angewendet werden (vgl. Abschnitt 2).

# 4. Begriffsbestimmungen

- Central Processing Unit (CPU) ist die zentrale Recheneinheit eines Computers. Wichtige Kenndaten der CPU sind deren Taktfrequenz, Breite des Datenbusses, Anzahl der Rechenkerne (cores) und Anzahl der gleichzeitig ausführbaren Rechenoperationen (threads).
- Energy Usage Effectiveness (EUE) ist ein Maß für die Energieeffizienz der Rechenzentrums-Infrastruktur und beschreibt das Verhältnis des jährlichen Energiebedarfs des gesamten Rechenzentrums zum Energiebedarf der IT-Technik. Die EUE ist zugleich der

Mittelwert der Power Usage Effectiveness (PUE) über den Zeitraum von 12 Monaten.

- Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres vom Kühlsystem abzuführenden Wärmemenge zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems.
- Power Distribution Unit (PDU) ist die Stromverteileinheit innerhalb eines Serverraumes, das den Niederspannungsstrom auf die einzelnen IT-Komponenten verteilt. Für ein differenziertes Energie-Monitoring sind sogenannte "intelligente PDUs" mit Messgeräten ausgestattet, die die Leistungswerte und den Energieverbrauch der einzeln angeschlossenen Geräte erfassen. Über einen Signalbus (z. B. LAN-Netzwerk) werden die Messwerte an ein zentrales Monitoringsystem übergeben.
- Random Access Memory (RAM) ist der Arbeitsspeicher eines Computers bzw. Servers. Er zeichnet sich durch einen schnellen Lese- und Schreibzugriff aus. Der RAM ist in der Regel als flüchtiger Halbleiterspeicher ausgeführt und ist aufgrund dieser Eigenschaft nicht für die dauerhafte Archivierung von Daten geeignet.
- Server ist ein Computer, der in einem Rechnernetzwerk eingebunden ist und dort Softwaredienste bereitstellt. Server sind innerhalb eines Rechenzentrums

- in der Regel in gemeinsamen Schränken (Server-Racks) untergebracht und stellen eine der zentralen IT-Komponenten des Rechenzentrums dar.
- Storage (deutsch: Speichersysteme)
  dienen der dauerhaften Speicherung
  von großen Datenmengen. Sie sind in
  der Regel als rotierende Festplatten
  (Hard Disk Drive (HDD)), Band-Speicher
  oder als Flash-Speicher (Solid State
  Disk (SSD)) ausgeführt.
- Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) ist eine Einrichtung innerhalb der Energieversorgung eines Rechenzentrums, die die Versorgungssicherheit erhöht. Die USV überbrückt kurzzeitige Unterbrechungen des Stromversorgungsnetzes durch Batteriebetrieb und sorgt dafür, dass die Server und Speichersysteme im Fall eines längeren Stromausfalls geordnet herunter gefahren werden können.
- Virtualisierung nutzt die Hardware eines einzelnen "physischen" Servers für mehrere parallele, durch Software emulierte, Laufzeitumgebungen (sogenannte "virtuelle Server"). Die virtuellen Server können unabhängig voneinander und ohne gegenseitige Beeinflussung betrieben werden und erhöhen damit die Auslastung der physischen Server. Der Virtualisierungsgrad der Server beschreibt das Verhältnis der Anzahl von virtuellen zu physischen Servern.

### 5. Nachweisführung

Öffentliche Auftraggeber können bei der Ausschreibung vorgeben, dass Anbieter die Einhaltung der Leistungsanforderungen durch die Vorlage von Bescheinigungen einer Konformitätsbewertungsstelle gemäß § 33 Vergabeverordnung² (VgV 2016) oder durch Gütezeichen gemäß § 34 VgV 2016 nachweisen müssen.

# 5.1 Nachweis durch Bescheinigung von Konformitätsbewertungsstellen

Der Nachweis, dass die technischen Anforderungen eingehalten werden, kann nach § 33 VgV 2016 durch eine Bescheinigung einer Konformitätsbewertungsstelle<sup>3</sup> (beispielsweise TÜV, VDE, zertifiziertes Prüflabor) oder eine von ihr ausgegebene Zertifizierung erfolgen. Verlangt der öffentliche Auftraggeber die Bescheinigung einer bestimmten Konformitätsbewertungsstelle, so muss er auch Bescheinigungen gleichwertiger anderer Konformitätsbewertungsstellen anerkennen (§ 33 Abs. 1 S. 2 VgV 2016). Der öffentliche Auftraggeber muss auch andere Nachweise, wie z. B. technische Dossiers des Herstellers zulassen (gem. § 34 Abs. 2 VgV 2016). Voraussetzung dafür ist, dass der Anbieter:

- keinen Zugang zu den geforderten Bescheinigungen einer Konformitätsbewertungsstelle oder zu den Nachweisen gleichwertiger Stellen hatte oder
- es nicht zu vertreten hat, dass er die Nachweise der Konformitätsbewertungsstelle bis zur Abgabefrist für das Angebot nicht einholen konnte.

In beiden vorgenannten Varianten trägt der Anbieter die Beweislast, d. h. kann er nicht nachweisen, dass seine angebotene Leistung die technischen Anforderungen einhält, ist er vom Vergabeverfahren ausgeschlossen.

## 5.2 Nachweis durch Gütezeichen

Nach der Vergabeverordnung (VgV 2016) kann der öffentliche Auftraggeber für die Einhaltung der technischen Spezifikationen auch ein bestimmtes Gütezeichen als Nachweis fordern, wie z. B. das Umweltzeichen Blauer Engel. In diesem Fall muss er gemäß § 34 Abs. 4 VgV 2016 auch Gütezeichen akzeptieren, die gleichwertige Anforderungen an die Leistung stellen. Dies gilt insbesondere für Gütezeichen der anderen EU-Mitgliedstaaten. Ist es nicht erforder-

Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624) auf Grund der §§ 113 und 114 Abs. 2 S. 4 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen, die durch Artikel 1 Nummer 2 des Gesetzes vom 17. Februar 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 8, S. 203) neu gefasst worden sind.

<sup>3</sup> Eine Konformitätsbewertung ist die Prüfung und Bescheinigung der Erfüllung festgelegter Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen. Sog. Konformitätsbewertungsstellen, die diese Tätigkeiten durchführen sind akkreditiert. Dies bedeutet, dass die Kompetenz der Konformitätsbewertungsstelle durch eine unabhängige Stelle nachgewiesen wurde.

lich, dass die Leistung allen Anforderungen eines Gütezeichens entspricht, muss der öffentliche Auftraggeber die betreffenden Anforderungen des Gütezeichens angeben (§ 34 Abs. 3 VgV 2016).

Kann der Anbieter weder das geforderte Gütezeichen noch ein gleichwertiges Gütezeichen innerhalb einer angemessen Frist vorlegen und hat er diesen Umstand nicht zu vertreten, so muss der öffentliche Auftraggeber auch alternative Nachweismöglichkeiten wie z.B. technische Dossiers oder Prüfberichte anerkannter Stellen akzeptieren (§ 34 Abs. 5 VgV 2016). Nicht ausreichend ist eine reine Eigenerklärung, die eine nicht weiter belegte Versicherung des Anbieters enthält, dass die angebotene Leistung den geforderten Kriterien des Gütezeichens entspricht. Der Anbieter trägt die Beweislast, dass er mit der alternativen Nachweismöglichkeit die spezifischen Anforderungen des Gütezeichens erfüllt.

# 5.3 Empfehlungen für Nachweisanforderungen

Beim vorliegenden Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume werden unterschiedliche Möglichkeiten zur Nachweisführung zugelassen. Abhängig vom jeweiligen Kriterium werden vom Anbieter entweder reine Anbietererklärungen (z. B. Virtualisierungsgrad von Servern), die Vorlage von technischen Dokumentationen (z. B. eingesetztes Kältemittel) oder Bescheinigungen von Konformitätsbewertungsstellen (z. B. Prüfprotokoll für Wirkungsgrade der USV-Anlage) gefordert.

Ein Nachweis über die Einhaltung der Leistungsanforderungen durch das Umweltzeichen Blauer Engel für energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161) ist nur bei der reinen Dienstleistung Rechenzentrumsbetrieb (siehe Abschnitt 6.4 und Anbieterfragebogen Anhang E4) praktikabel, nicht aber bei der Beschaffung von Einzelkomponenten. Ein ausschließlicher Nachweis der Einhaltung der Leistungsanforderungen durch das Gütezeichen kann aber auch nur dann empfohlen werden, wenn es eine hinreichende Anzahl an gekennzeichneten Rechenzentren gibt, die ihre Dienstleistung am Markt anbieten. Nur dann ist ein Wettbewerb unter den Anbietern gewährleistet. Da nicht in jedem Fall ersichtlich ist, ob die mit dem Blauen Engel ausgezeichneten Rechenzentren ihre Dienstleistung auch für den Markt anbieten, wird empfohlen, neben dem Umweltzeichen als Nachweis auch Einzelnachweise zur Einhaltung der Leistungsanforderungen zu akzeptieren.

## 6. Umweltbezogene Anforderungen

Im Folgenden wird differenziert nach umweltbezogenen Anforderungen an

- Rechenzentrums-Hardware, Abschnitt
   6.1.
- Installation von Messtechnik, Abschnitt 6.2,
- Energie-Monitoring, Abschnitt 6.3,
- Rechenzentrumsbetrieb, Abschnitt 6.4.

Die Anforderungen unterscheiden sich in technische Eigenschaften des Auftragsgegenstandes sowie in Anforderungen an die Auftragsausführung. Die technischen Eigenschaften des Auftragsgegenstandes (z. B. die Hardware oder die Gebäudetechnik) müssen bei der Angebotslegung mit den jeweils genannten Dokumenten (z. B. Messprotokollen) nachgewiesen werden. Die umweltbezogenen Anforderungen an die Auftragsausführung (z. B. jährliche Energieeffizienzberichte) müssen während der Vertragslaufzeit eingehalten werden. Hierzu erklärt der Anbieter bereits bei der Angebotslegung die Einhaltung der Anforderungen. Diese Anforderungen werden Bestandteil des Liefer- bzw. Dienstleistungsvertrages.

### 6.1 Rechenzentrums-Hardware

### 6.1.1 Anforderungen an den Auftragsgegenstand

Beinhaltet der Auftragsgegenstand die Lieferung und Installation von Rechenzentrums-Hardware oder Komponenten der Gebäudetechnik, so müssen die nachfolgend genannten umweltbezogenen Anforderungen erfüllt werden. Anforderungen an Komponenten, die nicht Gegenstand der Beschaffung sind, können aus dem Anforderungskatalog gestrichen werden.

### 6.1.1.1 Gesamtenergieeffizienz der Server

Die Gesamtenergieeffizienz der Server ( $\Sigma$ ssj\_ops/ $\Sigma$ power) wird nach der Methodik SPECpower\_ssj2008  $^4$  vom Anbieter ermittelt oder vom Server-Hersteller angegeben.

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die Gesamtenergieeffizienz (SPECpower) der Server beträgt mindestens **5.000 ssj\_ops/W**.

Ausnahme: Von dieser Anforderung kann in begründeten Fällen abgewichen werden. Solche Fälle sind beispielsweise Serverarchitekturen, für die die Methodik SPECpower\_ssj2008 nicht anwendbar ist oder bei denen ein abweichender Wert bewusst in Kauf genommen wird. Für solche Server muss der Anbieter die Abweichung von der Anforderung begründen und die Energieeffizienz des Servers nach einer geeigneten Methodik dokumentieren.

### Kriterium: Bewertungskriterium

Liegt die Gesamtenergieeffizienz der Server höher als der geforderte Mindestwert, so wird dies bei der Angebotsbewertung ent-

<sup>4</sup> Methodik nach Standard Performance Evaluation Corporation; http://www.spec.org/power\_ssj2008/.

sprechend der Höhe positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

Nachweis: Anbietererklärung und Dokumentation der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz<sup>5</sup>; Bei Inanspruchnahme der Ausnahme: Begründung und anderweitige Dokumentation

### 6.1.1.2 Kältemittel in Kälteanlagen

Kriterium: Ausschlusskriterium

# Rechenzentren mit einem Kältebedarf > 50 kW,

Für die Kühlung von Rechenzentren mit einem Kältebedarf von mehr als 50 kW<sub>th</sub> (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) dürfen in den Kälteanlagen ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet werden.

### Kriterium: Bewertungskriterium

# Rechenzentren mit einem Kältebedarf ≤ 50 kW,

In Rechenzentren mit einem Kältebedarf von bis zu 50 kW<sub>th</sub> (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) wird der Einsatz von halogenfreien Kältemitteln bei der Angebotsbewertung positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

### Nachweis: Anbietererklärung und Nennung der eingesetzten Kältemittel

# 6.1.1.3 Energieeffizienz des Kühlsystems

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems des Rechenzentrums beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühlsystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge  $Q_{\text{th,RZ,a}}$  [MWh<sub>th</sub>/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems  $Q_{\text{el.KS,a}}$  [MWh<sub>el</sub>/a].

$$JAZ = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{cl,KS,a}}$$

Bei Kühlsystemen, die mit elektrisch betriebenen Kompressionskälteanlagen betrieben werden, wird die JAZ durch Messungen an den erforderlichen Stellen gemäß Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems bestimmt.

Alternativ zur Messung der JAZ des Kühlsystems über einen Zeitraum von 12 Monaten kann der JAZ-Wert wie folgt bestimmt werden:

- entweder auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners, bei denen für die Berechnung des JAZ-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Monaten nach Inbetriebnahme angesetzt wird, oder
- auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Monaten durch Lastbänke simuliert und die jährlich abzuführende Wärmemenge und die dazu eingesetzte elektrische

<sup>5</sup> Als Dokumentation können für die jeweiligen Server die Messergebnisse direkt von der Internetseite der Standard Performance Evaluation Corporation entnommen werden: https://www.spec.org/power\_ssj2008/results/ power\_ssj2008.html

Arbeit des gesamten Kühlsystems damit berechnet.

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die JAZ des Kühlsystems muss einen Wert von 7 überschreiten:

#### **IAZ > 7**

### Kriterium: Bewertungskriterium

Überschreitet die JAZ den geforderten Mindestwert, so wird dies bei der Angebotsbewertung entsprechend der Höhe positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

#### Ausnahme:

Sofern für das Kühlsystem statt elektrisch betriebener Kompressionskälteanlagen Sorptionskältemaschinen zum Einsatz kommen, muss die Energieeffizienz des Kühlsystems anhand der mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen ( $\mathbf{F}_{\text{SKM}}$ ) nachgewiesen werden.

Die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kühlsystems müssen folgende Anforderung erfüllen:

$$F_{SKM} < 0.09 \text{ kg CO}_{.e}/\text{kWh}_{th}$$

Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen muss die im Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems beschriebene Berechnungsvorschrift verwendet werden.

Damit im Rahmen der Angebotsbewertung Kühlsysteme mit Sorptionskältemaschinen mit Kühlsystemen mit Kompressionskältemaschinen verglichen werden können, ist beim Einsatz von Sorptionskältemaschinen außerdem ein generischer JAZ-Wert zu bestimmen, der sich wie folgt berechnet:

$$JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM}[kg_{CO2e}/kWh_{th}]}$$

Der so berechnete JAZ-Wert muss im Angebot genannt werden.

Nachweis: Anbietererklärung und Nennung der JAZ; Bei Sorptionskältemaschinen: Nachweis der Energieeffizienz anhand F<sub>SKM</sub> gemäß Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems

# 6.1.1.4 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die Wirkungsgrade der Unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) müssen anhand einer Messung nach DIN EN 62040 (oder der zum Zeitpunkt der Errichtung der USV-Anlage gültigen Messnorm) durch den USV-Hersteller oder eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors ermittelt werden.

Die Wirkungsgrade der USV dürfen bei den genannten Lastzuständen folgende Werte nicht unterschreiten:

- 92 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 100 % der Nennleistung
- 93 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 75 % der Nennleistung
- 92 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 50 % der Nennleistung

 90 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 25 % der Nennleistung

Nachweis: Dokumentation der Wirkungsgrade und Messprotokoll

### 6.1.1.5 Energieeffiziente Netzteile

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Netzteile sowie in IT-Komponenten verbaute Netzteile, die nicht in den Geltungsbereich der EG-Verordnung Nr. 278/2009 <sup>6</sup> fallen, müssen – bezogen auf die Energieeffizienz – mindestens den Anforderungen des Energieeffizienzstandards 80 PLUS GOLD <sup>7</sup> entsprechen.

Nachweis: Anbietererklärung, Nennung des Energieeffizienzstandards und Dokumentation der Wirkungsgrade bei 20 %, 50 % und 100 % der Nennleistung

# 6.1.1.6 Intelligente Power Distribution Units (PDUs)

Die Messung der Verlustleistungen muss entsprechend DIN EN 50564 oder IEC 62301 erfolgen und kann an einzelnen PDUs stattfinden. Ausgehend von Einzelmessungen kann auf den Gesamtbestand hochgerechnet werden. Die Stromausgänge der PDUs sind bei den Messungen zu aktivieren, d. h. alle eventuell vorhandenen Relais oder Schalteinrichtungen müssen aktiv geschaltet werden.

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die Verlustleistung intelligenter PDUs darf nicht größer als 0,5 W pro vorhandenen Stromausgang (Steckdose oder Anschlussklemme) sein.

Nachweis: Anbietererklärung und Nennung der Verlustleistungen der im Rechenzentrum eingesetzten intelligenten PDUs

# 6.2 Installation von Messtechnik

Durch die Installation von Messtechnik werden die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass kontinuierliche Messungen der elektrischen Leistung und des Energieverbrauchs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums durchgeführt werden können. Die Messergebnisse bieten die Datengrundlage für ein Energie-Monitoring und ermöglichen es dem Betreiber, durch gezielte Maßnahmen die Energieeffizienz des Rechenzentrums zu verbessern und dessen Betriebskosten zu senken.

Bei eigenen Rechenzentren, die durch einen externen Dienstleister betrieben werden, muss ergänzend zur Installation von Messtechnik auch die Durchführung von Energie-Monitoring (vgl. Abschnitt 6.3) eingefordert werden. Bei selbst betriebenen Rechenzentren und Serverräumen muss dieses Monitoring vom eigenen Personal geleistet werden.

# 6.2.1 Anforderungen an den Auftragsgegenstand

### 6.2.1.1 Installation der Messpunkte

Kriterium: Ausschlusskriterium

<sup>6</sup> Verordnung (EG) Nr. 278/2009 der Kommission vom 6. April 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme externer Netzteile bei Nulllast sowie ihre durchschnittliche Effizienz im Betrieb.

<sup>7 80</sup> PLUS Certified Power Supplies; www.plugloadsolutions.com/80PlusPowerSupplies.aspx.

Die nachfolgend genannten Messpunkte müssen anhand des in Abbildung 1 schematisch dargestellten Messkonzeptes im Rechenzentrum installiert werden:

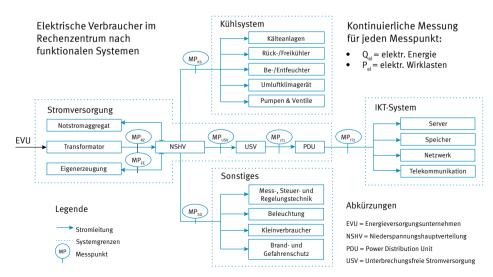
- MP<sub>RZ</sub>: Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums
- MP<sub>EE</sub>: Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)
- MP<sub>KS</sub>: Messpunkt Kühlsystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühlsystems (Kälteanlagen, Rück-/ Freikühler, Be-/Entfeuchter, Umluftklimageräte, Pumpen und Ventile)
- MP<sub>USV</sub>: Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am

Eingang der unterbrechungsfreien Stromversorgung

- MP<sub>ITI</sub>: Messpunkt Informationstechnik 1: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP<sub>IT2</sub>: Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems
- MP<sub>so</sub>: Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z. B. Mess-, Steuerund Regelungstechnik, Beleuchtung, Kleinverbraucher, Brand- und Gefahrenschutzeinrichtungen)

Folgende Darstellung in Abbildung 1 zeigt schematisch die Anordnung der Messpunkte.

Abbildung 1: Anordnung der zu installierenden Messpunkte (Quelle: RAL-UZ 161, Ausgabe Februar 2015)



Die einzelnen Messpunkte können auch durch mehrere Messstellen oder durch Referenzmessungen realisiert werden, die es ermöglichen, die jeweiligen Messergebnisse rechnerisch zu ermitteln.

### Nachweis: Anbietererklärung

### 6.3 Energie-Monitoring

Energie-Monitoring stellt den Schlüssel für einen energieeffizienten Betrieb von Rechenzentren dar. Betreiber von Rechenzentren sollten daher grundsätzlich ein Energie-Monitoring durchführen und mit der Auswertung der Monitoring-Ergebnisse eine kontinuierliche energetische Verbesserung des Rechenzentrums ermöglichen.

### 6.3.1 Anforderungen an die Auftragsausführung

### 6.3.1.1 Energie-Monitoring

Es muss ein Energie-Monitoring durchgeführt werden, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums, zur Auslastung der Server und des Speichersystems erfasst und ausgewertet werden.

Weitere Einzelheiten zum Energie-Monitoring und zur Messung sowie Berechnung der geforderten Werte können dem Anhang A: Messkonzept, Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems sowie Anhang C: Berechnung der mittleren Auslastungen IT entnommen werden.

Folgende Werte müssen durch das Energie-Monitoring mindestens jährlich ermittelt werden:

- Energy Usage Effectiveness (EUE)
- Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ)

Folgende Werte müssen durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt werden (Anordnung und Bezeichnung der Messpunkte vgl. Anhang A: Messkonzept):

- Strombedarf RZ gesamt (MP<sub>RZ</sub> + MP<sub>EE</sub>) [kWh<sub>el</sub>]
- Spitzenlast RZ gesamt (MP<sub>RZ</sub> + MP<sub>EE</sub>) [kW<sub>el</sub>]
- Strombedarf IT (MP<sub>IT2</sub>) [kWh<sub>el</sub>]
- Spitzenlast IT (MP<sub>IT2</sub>) [kW<sub>el</sub>]
- Strombedarf Kühlsystem (MP<sub>vs</sub>) [kWh<sub>sl</sub>]
- Spitzenlast Kühlsystem (MP<sub>KS</sub>) [kW<sub>ol</sub>]
- Strombedarf USV (Verluste) (MP<sub>USV</sub> MP<sub>ITI</sub>) [kWh<sub>a</sub>]
- Strombedarf PDU (Verluste) (MP<sub>IT1</sub> MP<sub>IT2</sub>) [kWh<sub>a</sub>]
- Strombedarf Sonstiges (MP<sub>SO</sub>) [kWh<sub>el</sub>]
- Kühllast RZ gesamt [kWh<sub>th</sub>]

Folgende Werte müssen durch das Monitoring der IT-Last für mindestens 90 % der jeweiligen IT-Komponenten (CPUs, RAM, Storage) monatlich ermittelt werden (vgl. Anhang C: Berechnung der mittleren Auslastungen IT):

- Mittlere Auslastung CPUs [%]
- Mittlere Auslastung RAM [%]

• Mittlere Auslastung Storage [%]

### Nachweis: Anbietererklärung

#### 6.3.1.2 Jährlicher Monitoring-Bericht

Spätestens 14 Monate nach Auftragserteilung und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von 12 Monaten (jährlich) muss durch den Anbieter ein Monitoring-Bericht vorgelegt werden, in dem die in Abschnitt 6.3.1.1 genannten Messwerte monatlich aufgeschlüsselt und als Jahreswerte dargestellt werden. Der Monitoring-Bericht stellt zusätzlich die Veränderungen der jährlichen Werte seit Auftragserteilung dar, insbesondere den Verlauf der EUE und der JAZ. Aus der Darstellung der Monitoring-Ergebnisse soll eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz und der Auslastung der Server (sofern zutreffend) ablesbar sein.

### Nachweis: Anbietererklärung

### 6.4 Rechenzentrumsbetrieb

Wenn die Dienstleistung des Betriebs von Rechenzentren oder Serverräumen vergeben werden soll, so muss im Sinne einer umweltfreundlichen Beschaffung sichergestellt werden, dass dies energieeffizient und ressourcenschonend erfolgt. Hierzu sind nachfolgend umweltbezogene Anforderungen an die Eignung des Dienstleisters (Eignungskriterien), an den Auftragsgegenstand und an die Auftragsausführung formuliert.

Die genannten Bedingungen sollten als Vertragsbedingungen in die Vergabeunterlagen aufgenommen werden.

### 6.4.1 Eignungskriterien

### 6.4.1.1 Energiemanagementsystem

Der Anbieter muss bestätigen, dass er über ein Energiemanagementsystem verfügt. Dieses soll in Anlehnung an DIN EN ISO 50001 8 oder an EMAS III 9 erfolgen.

Das Energiemanagementsystem muss mindestens folgende Punkte beinhalten:

- Schriftlich fixierte Energiestrategie
- Entwicklung bereichsübergreifender Energiesparmaßnahmen (IT-Beschaffung, IT-Betrieb, Gebäudemanagement, Energie Controlling, Einkauf und ggf. Vertrieb)
- Klare Regelungen bzgl. der Zuständigkeiten zur Optimierung der Energienutzung
- Bestehender Kontinuierlicher Verbesserungsprozess zur Optimierung der Energienutzung
- Überprüfung definierter Effizienzsteigerungsziele bzgl. der Erreichung

B DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

<sup>9</sup> Verordnung (EG) Nr. 121/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Nov. 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystems für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung: ABl. EG Nr. L 342, S. 1, 22.12.2009.

Nachweis: Zertifikat nach DIN EN ISO 50001, EMAS-Zertifikat oder Anbietererklärung mit folgenden Informationen: Energiestrategie des Unternehmens, Effizienzsteigerungsziele, Optimierungsmaßnahmen, Verantwortlichkeiten sowie Monitoring

# 6.4.2 Anforderungen an den Auftragsgegenstand

# **6.4.2.1 Energy Usage Effectiveness** (EUE)

### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die Energy Usage Effectiveness (EUE) ist ein Maß für die Energieeffizienz der Rechenzentrums-Infrastruktur. Zur Bestimmung des EUE-Wertes muss im Rechenzentrum ein Messkonzept entsprechend Abschnitt 6.2 Installation von Messtechnik umgesetzt werden. Anhand der gemessenen Energieverbrauchswerte muss der EUE-Wert mit der dort beschriebenen Rechenvorschrift bestimmt werden.

Die EUE des Rechenzentrums darf abhängig vom Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme ausgehend vom Zeitpunkt der Angebotslegung (Δt) folgende Werte nicht überschreiten:

Tabelle 3: Mindestanforderungen Energy Usage Effectiveness (EUE)

Inbetriebnahme des Rechenzentrums	EUE
vor maximal 12 Monaten (Δt ≤ 12 Monate)	EUE ≤ 1,4
vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt < 60 Monate)	EUE ≤ 1,6
vor 5 Jahren oder mehr (Δt ≥ 60 Monate)	EUE ≤ 1,8

Ausnahme: Rechenzentren, deren Inbetriebnahme bei Angebotslegung weniger als 12 Monate zurück liegt und bei denen es nicht möglich war, den EUE-Wert durch Messung über einen Zeitraum von 12 Monaten zu bestimmen, müssen den nach 12 Monaten erwarteten EUE-Wert wie folgt ermitteln:

- entweder auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners (Planung nach DIN EN 50600 oder vergleichbar), bei denen für die Berechnung des EUE-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Monaten nach Inbetriebnahme angesetzt wird oder
- auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Monaten durch Lastbänke simuliert und die jährlichen Energieverbräuche von Rechenzentrum und IT-Technik damit berechnet.

### Kriterium: Bewertungskriterium

Unterschreitet die EUE den maximal zulässigen EUE-Wert, so wird dies bei der Angebotsbewertung entsprechend der Höhe positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

Nachweis: Anbietererklärung, Nennung des EUE-Wertes und Dokumentation der Berechnung

# 6.4.2.2 Energieeffizienz des Kühlsystems

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die JAZ des Kühlsystems des Rechenzentrums beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühlsystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge  $Q_{\rm th,RZ,a}$  [MWh<sub>th</sub>/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems  $Q_{\rm el.KS,a}$  [MWh<sub>el</sub>/a].

$$JAZ = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{el,KS,a}}$$

Bei Kühlsystemen, die mit elektrisch betriebenen Kompressionskälteanlagen betrieben werden, muss die JAZ durch Messungen an den erforderlichen Stellen gemäß Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems bestimmt werden.

Die so bestimmte JAZ muss abhängig vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Kühlsystems ausgehend vom Zeitpunkt der Angebotslegung ( $\Delta t$ ) die in der folgenden Tabelle genannten Werte überschreiten:

Tabelle 4: Mindestanforderungen Jahresarbeitszahl (JAZ)

Inbetriebnahme des Kühlsystems	JAZ
vor maximal 12 Monaten (Δt ≤ 12 Monate)	JAZ > 7
vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt < 60 Monate)	JAZ > 5
vor 5 Jahren oder mehr (Δt ≥ 60 Monate)	JAZ > 3,5

Rechenzentren, deren Inbetriebnahme bei Angebotslegung weniger als 12 Monate zurück liegt und bei denen es nicht möglich war, den JAZ-Wert durch Messung über einen Zeitraum von 12 Monaten zu bestimmen, müssen den JAZ-Wert des Kühlsystems wie folgt ermitteln:

- entweder auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners, bei denen für die Berechnung des JAZ-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Monaten nach Inbetriebnahme angesetzt wird, oder
- auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Monaten durch Lastbänke simuliert und die jährlich abzuführende Wärmemenge und die dazu eingesetzte elektrische Arbeit des gesamten Kühlsystems damit berechnet.

### Kriterium: Bewertungskriterium

Überschreitet die JAZ den geforderten Mindestwert, so wird dies bei der Angebotsbewertung entsprechend der Höhe positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

#### Ausnahme:

Sofern für das Kühlsystem statt elektrisch betriebener Kompressionskälteanlagen Sorptionskältemaschinen zum Einsatz kommen, muss die Energieeffizienz des Kühlsystems anhand der mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen ( $\mathbf{F}_{\text{SKM}}$ ) nachgewiesen werden.

Die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kühlsystems müssen folgende Anforderung erfüllen:

Tabelle 5: Mindestanforderungen an spezifische Treibhausgasemissionen des Kühlsystems ( $F_{\text{SKM}}$ )

Inbetriebnahme des Kühlsystems	F <sub>SKM</sub>
vor maximal 12 Monaten	F <sub>SKM</sub> < 0,09 kg
(Δt ≤ 12 Monate)	CO <sub>2</sub> e/kWh <sub>th</sub>
vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt < 60 Monate)	F <sub>SKM</sub> < 0,13 kg CO <sub>2</sub> e/kWh <sub>th</sub>
vor 5 Jahren oder mehr	F <sub>SKM</sub> < 0,18 kg
(Δt ≥ 60 Monate)	CO <sub>2</sub> e/kWh <sub>th</sub>

Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen muss die im Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems beschriebene Berechnungsvorschrift verwendet werden.

Damit im Rahmen der Angebotsbewertung Kühlsysteme mit Sorptionskältemaschinen mit Kühlsystemen mit Kompressionskältemaschinen verglichen werden können, ist beim Einsatz von Sorptionskältemaschinen außerdem ein generischer JAZ-Wert zu bestimmen, der sich wie folgt berechnet:

$$JAZ = \frac{0.6149}{F_{SKM} [kg_{CO2e}/kWh_{th}]}$$

Der so berechnete JAZ-Wert muss im Angebot genannt werden.

Nachweis: Anbietererklärung, Nennung der JAZ und Dokumentation der Berechnung; Bei Sorptionskältemaschinen: Nachweis der Energieeffizienz anhand F<sub>SKM</sub> gemäß Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems

### 6.4.2.3 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Die Wirkungsgrade der USV müssen anhand einer Messung nach DIN EN 62040 (oder der zum Zeitpunkt der Errichtung der USV-Anlage gültigen Messnorm) durch den USV-Hersteller oder eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors ermittelt werden.

Die Wirkungsgrade der USV dürfen bei den genannten Lastzuständen folgende Werte nicht unterschreiten:

- 90 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 100 % der Nennleistung
- 85 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 75 % der Nennleistung
- 80 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 50 % der Nennleistung
- 80 % bei elektrischer Ausgangsleistung von 25 % der Nennleistung

Nachweis: Dokumentation der Wirkungsgrade und Messprotokoll

#### 6.4.2.4 Elektrische Energie

#### Kriterium: Ausschlusskriterium

Das Rechenzentrum muss seinen Strombedarf überwiegend, d. h. zu über 50 %, aus erneuerbaren Energien wie Wasserkraft, Photovoltaik, Windkraft, Biomasse oder aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen decken.

Das spezifische Treibhausgaspotenzial des genutzten Strommixes darf den Wert von 370 g Kohlendioxid-Äquivalente pro Kilowattstunde Strom (gemäß der Stromkennzeichnung nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz) nicht überschreiten. Für ganz oder teilweise selbst erzeugten Strom (beispielsweise BHKW- oder Photovoltaik-Strom) kann ein individueller Nachweis des spezifischen Treibhausgaspotenzials nach der Systematik des Energiewirtschaftsgesetzes erfolgen.

### Nachweis: Anbietererklärung und Stromkennzeichnung nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz

### 6.4.2.5 Kältemittel in Kälteanlagen

### Kriterium: Ausschlusskriterium

# Rechenzentren mit einem Kältebedarf > 50 kW,

Für die Kühlung von Rechenzentren mit einem Kältebedarf von mehr als 50 kW<sub>th</sub> (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) dürfen in den Kälteanlagen ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet werden.

Ausnahme: Kälteanlagen, die vor dem 1.01.2013 in Betrieb genommen wurden, sind von dieser Anforderung ausgenommen. In solchen Anlagen dürfen ausschließlich chlorfreie Kältemittel verwendet werden.

### Kriterium: Bewertungskriterium

# Rechenzentren mit einem Kältebedarf ≤ 50 kW,

In Rechenzentren mit einem Kältebedarf von bis zu 50 kW<sub>th</sub> (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) wird der Einsatz von halogenfreien Kältemitteln bei der Angebotsbewertung positiv berücksichtigt (vgl. Abschnitt 7 Angebotswertung).

### Nachweis: Anbietererklärung und Nennung der eingesetzten Kältemittel

# 6.4.2.6 Erstellung einer IT-Inventarliste Kriterium: Ausschlusskriterium

Der Betreiber des Rechenzentrums legt eine Inventarliste vor, in der die für die Auftragsausführung in Anspruch genommenen IT-Komponenten aufgelistet sind (siehe Anhang D: IT Inventarliste).

Die IT-Inventarliste muss mindestens folgende IT Komponenten beinhalten:

- Server,
- Externe Speicher-Systeme,
- Netzwerk-Geräte.

Ausnahme: Geräte mit einer elektrischen Anschlussleistung kleiner als 10 Watt, von denen maximal 5 baugleiche Geräte eingesetzt werden, müssen nicht in die IT-Inventarliste aufgenommen werden.

### **Nachweis: IT-Inventarliste**

## 6.4.3 Anforderungen an die Auftragsausführung

### 6.4.3.1 Virtualisierung von Servern

Die Virtualisierung von Servern dient der besseren Auslastung der Rechenzentrums-Hardware und sollte daher im Regelfall eingesetzt werden. Bei bestimmten Server-Architekturen ist dies jedoch nicht möglich oder nicht sinnvoll. Die Beschaffungsstelle sollte daher in Rücksprache mit dem zuständigen IT-Fachplaner die Anforderung nur stellen, wenn eine Virtualisierung realisierbar ist.

Beim Betrieb des Rechenzentrums muss Servervirtualisierung eingesetzt werden. Der durchschnittliche Virtualisierungsgrad (Anzahl virtueller Server pro physische Server im gesamten Rechenzentrum) muss größer als zwei sein.

Virtualisierungsgrad > 2

### Nachweis: Anbietererklärung

#### **6.4.3.2** Energie-Monitoring

Es muss ein Energie-Monitoring durchgeführt werden, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums, zur Auslastung der Server und des Speichersystems erfasst und ausgewertet werden.

Folgende Werte müssen durch das Energie-Monitoring mindestens jährlich ermittelt werden:

 Energy Usage Effectiveness (EUE) (vgl. Abschnitt 6.4.2.1)  Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ) (vgl. Abschnitt 6.4.2.2)

Folgende Werte müssen durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt werden (Anordnung und Bezeichnung der Messpunkte vgl. 6.2 Installation von Messtechnik):

- Strombedarf RZ gesamt (MP<sub>RZ</sub> + MP<sub>EE</sub>) [kWh<sub>a</sub>]
- Strombedarf IT (MP<sub>IT3</sub>) [kWh<sub>al</sub>]

### Nachweis: Anbietererklärung

### 6.4.3.3 Jährlicher Energieeffizienzbericht

Der Betreiber des Rechenzentrums legt spätestens 14 Monate nach Auftragserteilung und während der Vertragslaufzeit **im Rhythmus von 12 Monaten** (jährlich) einen **Energieeffizienzbericht** vor, in dem er seine Aktivitäten zum energie- und ressourcenbewussten Rechenzentrumsbetrieb darstellt.

Im Energieeffizienzbericht müssen folgende Anforderungen dokumentiert werden:

- 1. Energiemanagementsystem gemäß Abschnitt 6.4.1.1
- Energy Usage Effectiveness (EUE) gemäß Abschnitt 6.4.2.1
- 3. Energieeffizienz des Kühlsystems gemäß Abschnitt 6.4.2.2
- Wirkungsgrade Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) gemäß Abschnitt 6.4.2.3

- 5. Zusammensetzung Elektrische Energie gemäß Abschnitt 6.4.2.4
- 6. Kältemittel in Kälteanlagen gemäß Abschnitt 6.4.2.5
- Veränderungen der für die Auftragsausführung zum Einsatz kommenden Hardware-Ausstattung des Rechenzentrums anhand der Aktualisierung einer IT-Inventarliste gemäß Abschnitt 6.4.2.6
- 8. Einsatz Virtualisierung von Servern gemäß Abschnitt 6.4.3.1
- Stromverbrauch der IT-Komponenten, die für den Auftraggeber betrieben werden als Auswertung des Energie-Monitorings gemäß Abschnitt 6.4.3.2

Nachweis: Anbietererklärung

# 7. Angebotswertung

## 7.1 Lebenszykluskosten

Bei der Beschaffung energieverbrauchsrelevanter Waren muss die Energieeffizienz als Zuschlagskriterium angemessen berücksichtigt werden. <sup>10</sup> Dies kann sowohl über die Berücksichtigung der Lebenszykluskosten <sup>11</sup> als auch über die Bewertung konkreter Angaben zum Energieverbrauch erfolgen. <sup>12</sup>

Sofern die Bewertung von Lebenszykluskosten vorgesehen ist, sollte bei der Neuanschaffung von Geräten und Anlagen eine Berechnung der Lebenszykluskosten über die geplante Nutzungsdauer durchgeführt und diese bei der Angebotsbewertung berücksichtigt werden. Das Umweltbundesamt stellt auf der Internetseite http://beschaffung-info.de/ ein Berechnungstool zur Ermittlung der Lebenszykluskosten für Rechenzentrumsbetrieb bereit.

In diesem Tool müssen folgende Parameter angegeben werden:

- Einmalzahlungen zur Beschaffung des Produkts
  - Einkaufspreis für Hardware
  - Einkaufspreis f
     ür Software
  - Einkaufspreis für weitere Leistungen

<sup>10</sup> Siehe § 67 VgV 2016.

<sup>11</sup> Siehe § 59 VgV 2016.

<sup>12</sup> Ein praxisorientierter Leitfaden zur Berechnung der Lebenszykluskosten sowie Verweise auf geeignete Berechnungshilfen (LCC-Tools) finden sich in den Schulungsskripten "Umweltfreundliche Beschaffung". Siehe dort Schulungsskript 5 "Einführung in die Berechnung der Lebenszykluskosten und deren Nutzung im Beschaffungsprozess"; https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltfreundliche-beschaffung-schulungsskript-5.

- Angaben zur Berechnung von verbrauchsbedingten Kosten
  - jährlicher Gesamtenergieverbrauch
  - jährlicher Kältebedarf (Wärmelast)
  - jährliche Lizenzgebühren
  - jährliche Kosten für Dienstleistungen
  - jährliche Kosten für Verbrauchsmaterialien
  - jährliche Kosten für weitere Leistungen
- Einmalzahlungen zum Nutzungsende
  - Entsorgungskosten am Nutzungsende, zukünftiger Preis

Diese Eingangsparameter sollten bei der Angebotseinholung direkt vom Anbieter abgefragt werden. Auf der Grundlage dieser Daten ermittelt das Lebenszykluskosten-Berechnungstool die jährlich anfallenden Kosten der jeweiligen Beschaffungsvariante, die zur Angebotsbewertung herangezogen werden können.

# 7.2 Nutzwertanalyse

Im Rahmen der Angebotswertung dürfen neben dem Preis bzw. den Lebenszykluskosten auch qualitative, umweltbezogene oder soziale Zuschlagskriterien berücksichtigt werden. <sup>13</sup> Solche Bewertungskriterien müssen dem Anbieter zusammen mit deren Gewichtung in der Ausschreibung bekannt gemacht werden. <sup>14</sup> Bei der Bewertung von Rechenzentrums-Hardware oder Rechenzentrums-Dienstleistungen bietet es sich an, die Übererfüllung der Mindestanforderungen positiv zu berücksichtigen.

Als Bewertungskriterien werden in den oben genannten Anforderungen genannt:

- Gesamtenergieeffizienz der Server (SPECpower) (Abschnitt 6.1.1.1)
- Einsatz von halogenfreien Kältemitteln bei einem Kältebedarf bis zu 50 kW<sub>th</sub> (Abschnitte 6.1.1.2 und 6.4.2.5)
- Höhe der Jahresarbeitszahl des Kühlsystems (JAZ) (Abschnitte 6.1.1.3 und 6.4.2.2)
- Höhe der Energy Usage Effectiveness (EUE) (Abschnitt 6.4.2.1)

Als Methode zur gemeinsamen Bewertung von monetären Angebotskonditionen (Preise oder Lebenszykluskosten) und nicht-monetären Angebotskonditionen (Übererfüllung der Mindestkriterien) ist die Nutzwertanalyse geeignet. Die Angebotskonditionen werden darin in Punkte umgerechnet, gewichtet und zusammengezählt. Das Angebot mit der höchsten Punktzahl stellt dann das wirtschaftlichste Angebot dar. Das Umweltbundesamt stellt auf der Internetseite http://beschaffunginfo.de/ ein Berechnungstool bereit, in dem eine Nutzwertanalyse für Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume durchgeführt werden kann.

<sup>13</sup> Siehe § 58 Abs. 2 VgV 2016.

<sup>14</sup> Siehe § 58 Abs. 3 VgV 2016.

Das Berechnungstool kann entsprechend den beschafften Produkten und Dienstleistungen angepasst werden. In Tabelle 6 wird die Systematik dieser Nutzwertanalyse dargestellt.

Tabelle 6: Nutzwertanalyse zur Angebotsbewertung

Bewertungskriterien	Wertebereich/ Beispielwerte	Gewich- tung	Berechnung der Punktzahl
Finanzielle Angebots- konditionen	100.000€	50 %	Punktzahl = 100 x Minimalwert/Bieterwert
Gesamtenergieeffizienz der Server (SPECpower)	4.000 8.000	15 %	Punktzahl = 100 x Bieterwert/Maximalwert
Einsatz halogenfreier Kälte- mittel bei einem Kältebedarf bis zu 50 kW <sub>th</sub>	FALSCH/WAHR	10 %	FALSCH: Punktzahl = 0, WAHR: Punktzahl = 100
Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems	3,5 7	15 %	Punktzahl = 100 x Bieterwert/Maximalwert
Energy Usage Effectiveness (EUE)	1,1 1,8	10 %	Punktzahl = 100 x Minimalwert/Bieterwert

## **Anhang A: Messkonzept**

### Installation von Messtechnik

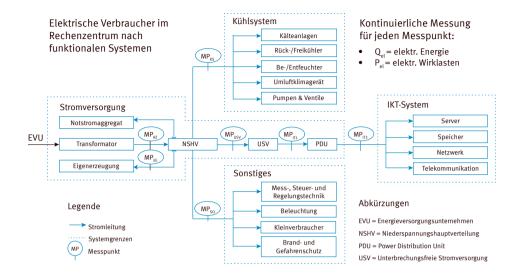
Durch die Installation von Messtechnik werden die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass kontinuierliche Messungen der elektrischen Leistung und des Energieverbrauchs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums durchgeführt werden können. Hierfür muss ein Messkonzept umgesetzt werden, in dem mindestens die nachfolgenden Messpunkte enthalten sind. Die einzelnen Messpunkte können dabei auch durch mehrere Messstellen oder durch Referenzmessungen realisiert werden, die es ermöglichen, die jeweiligen Messergebnisse rechnerisch zu ermitteln.

- MP<sub>RZ</sub>: Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums
- MP<sub>EE</sub>: Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)
- MP<sub>KS</sub>: Messpunkt Kühlsystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühlsystems (Kälteanlagen, Rück-/

- Freikühler, Be-/Entfeuchter, Umluftklimageräte, Pumpen und Ventile)
- MP<sub>USV</sub>: Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Eingang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP<sub>IT1</sub>: Messpunkt Informationstechnik 1: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP<sub>IT2</sub>: Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems
- MP<sub>so</sub>: Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z. B. Mess-, Steuerund Regelungstechnik, Beleuchtung, Kleinverbraucher, Brand- und Gefahrenschutzeinrichtungen)

Folgende Darstellung in Abbildung 2 zeigt schematisch die Anordnung der Messpunkte.

Abbildung 2: Anordnung der zu installierenden Messpunkte (Quelle: RAL-UZ 161)



# Bestimmung der Energy Usage Effectiveness (EUE)

Die Energy Usage Effectiveness (EUE) beschreibt das Verhältnis des Energiebedarfs des gesamten Rechenzentrums ( $Q_{\rm el,RZ,a}$  [kWh $_{\rm el}$ /a]) zum Energiebedarf der gesamten IT ( $Q_{\rm el,IT,a}$  [kWh $_{\rm el}$ /a]) für den Zeitraum von einem Jahr. <sup>15</sup>

$$EUE = Q_{el RZ a} / Q_{el IT a}$$

Die EUE ist zugleich Mittelwert der PUE (Power Usage Effectiveness) über die zurückliegenden 12 Monate.

Zur Messung des Energiebedarfs des gesamten Rechenzentrums  $(Q_{el,RZ,a})$  wird folgende Fallunterscheidung getroffen:

 Rechenzentren, die elektrische Energie ausschließlich von einem Energieversorgungsunternehmen (EVU) beziehen:

$$\boldsymbol{Q}_{\text{el,RZ,a}} = \boldsymbol{M}\boldsymbol{P}_{\text{RZ}}$$

 Rechenzentren, die zusätzlich elektrische Energie selbst erzeugen (z. B. über ein Blockheizkraftwerk oder eine Photovoltaik-Anlage):

$$Q_{el.RZ.a} = MP_{RZ} + MP_{EE}$$

Die EUE entspricht der PUE-Kategorie 2 nach "Recommendations for Measuring and Reporting Overall Data Center Efficiency". Dieser Leitfaden wurde von einer Arbeitsgruppe bestehend aus folgenden Organisationen entwickelt: 7x24 Exchange, ASHRAE, The Green Grid, Silicon Valley Leadership Group, U.S. Department of Energy Save Energy Now Program, U.S. Environmental Protection Agency's ENERGY STAR Program, United States Green Building Council, and Uptime Institute. Der Leitfaden ist erhältlich unter: http://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/216-Recommendations-for-Measuring-and-Reporting-Overall-Data-Center-Efficiency-Version-2-%E2%80%93-Measuring-PUE-for-Data-Centers-(May-2011).

Zur Bestimmung des Energiebedarfs der gesamten IT  $(Q_{el,I\Gamma,a})$  müssen ebenfalls folgende Fallunterscheidungen vorgenommen werden:

 Im Rechenzentrum werden keine intelligenten Power Distribution Units (PDUs) zur Stromverteilung eingesetzt:

$$\boldsymbol{Q}_{el,IT,a} = \boldsymbol{M}\boldsymbol{P}_{IT1}$$

Gemessen wird direkt hinter der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV)

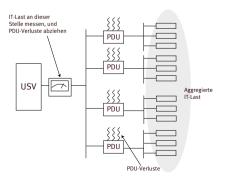
 Im Rechenzentrum werden intelligente Power Distribution Units (PDUs) zur Stromverteilung eingesetzt, die Verlustleistungen aufweisen:

$$Q_{el,IT,a} = MP_{IT2}$$

Gemessen wird hinter den PDUs. Alternativ werden die PDU-Verluste von der hinter der USV gemessenen Energiemenge abgezogen:

$$\boldsymbol{Q}_{\text{el,IT,a}} = \boldsymbol{M}\boldsymbol{P}_{\text{IT1}} - \boldsymbol{Q}_{\text{el,PDU-Verluste,a}}$$

# Abbildung 3: Messung der IT-Last (Quelle: RAL-UZ 161)



### **Weitere Hinweise**

Der Wert des jährlichen Energiebedarfs des gesamten Rechenzentrums  $(Q_{el,RZ,a})$  entspricht den Summen der zur berücksichtigenden Einzelverbraucher wie folgt:

$$\boldsymbol{Q}_{\text{el,RZ,a}} = \boldsymbol{Q}_{\text{el,IT,a}} + \boldsymbol{Q}_{\text{el,USV,a}} + \boldsymbol{Q}_{\text{el,PDU-Verluste,a}} + \boldsymbol{Q}_{\text{el,KS,a}} + \boldsymbol{Q}_{\text{el,So,a}}$$

Die Zuordnung der Verbrauchswerte zu den Messstellen ist folgendermaßen vorzunehmen:

$$Q_{el,RZ,a} = MP_{RZ} + MP_{EE}$$
 (jährlicher Strombedarf des gesamten Rechenzentrums)

$$Q_{el,IT,a} = MP_{IT}$$
 (jährlicher Strombedarf der IT-Komponenten)

$$Q_{el,KS,a} = MP_{KS}$$
 (jährlicher Strombedarf des Kühlsystems)

$$\begin{aligned} & Q_{el,PDU\text{-}Verluste,a} = MP_{_{IT1}} \cdot MP_{_{IT2}} \\ & (j\ddot{a}hrlicher\ Eigenstrombedarf\ der\ PDU) \\ & Q_{el,USV,a} = MP_{_{USV}} \cdot MP_{_{IT1}} \end{aligned}$$

(jährlicher Strombedarf der USV)  

$$Q_{el.So.a} = MP_{So}$$

(jährlicher Strombedarf sonstiger Verbraucher)

Hinweis zu MP<sub>IT1</sub>: Am Messpunkt hinter der USV kann nur dann der Strombedarf der gesamten IT gemessen werden, wenn ausschließlich die IT-Einrichtungen über die USV abgesichert sind. Sollten weitere Komponenten wie z. B. die Lüfter der Umluftklimaschränke über die USV abgesichert sein, so sind diese aus den Messwerten herauszurechnen bzw. die Energiebedarfe der Nicht-IT-Einrichtungen messtechnisch gesondert zu erfassen.

Bei der Berechnung des jährlichen Energiebedarfs des gesamten Rechenzentrums  $(Q_{\mathrm{el},RZ,a})$  werden die Energieverbräuche von Nebennutzern, die nicht unmittelbar dem Rechenzentrumsbetrieb zugeordnet wer-

den können und die nicht in Abbildung 2 aufgeführt sind (z. B. Büros, Kantinenbetrieb, Aufzüge oder Parkplatzbeleuchtung), nicht berücksichtigt.

## Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems

# Bestimmung der Jahresarbeitszahl (JAZ)

Die JAZ des Kühlsystems des Rechenzentrums beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühlsystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems.

Die jährlich abzuführende Wärmemenge  $(Q_{th,RZ,a}$  [kWh/a]) bestimmt sich in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2078 durch die Summe aller elektrischen Verlustleistungen in den zu kühlenden Räumlichkeiten.

Die jährlich eingesetzte elektrische Arbeit des gesamten Kühlsystems ( $Q_{\rm el,KS,a}$  [kWh/a]) ergibt sich in Anlehnung an die Norm DIN V 18599 aus der elektrischen Arbeit aller Komponenten des gesamten Kühlsystems (d. h. auch inklusive der Antriebsenergie für Ventilatoren, Pumpen, Rückkühlwerke oder Sorptionskältemaschinen).

Beide Energiewerte müssen durch Messung entsprechend dem in Abbildung 1 dargestellten Messkonzept über einen Zeitraum von 12 Monaten ermittelt werden.

$$\boldsymbol{Q}_{\text{el,KS,a}} = \boldsymbol{M}\boldsymbol{P}_{\text{KS}}$$

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) berechnet sich dann wie folgt:

$$JAZ = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{el,KS,a}}$$

# Bestimmung der spezifischen Treibhausgasemissionen von Sorptionskältemaschinen

Beim Einsatz von Sorptionskältemaschinen müssen die spezifischen Treibhausgasemissionen der Kälteerzeugung ( $F_{\text{SKM}}$ ) jährlich berechnet und dokumentiert werden.

Hierzu müssen folgende Berechnungsschritte durchgeführt werden:

Berechnung der thermischen Jahresarbeitszahl des Kühlsystems mit Sorptionskältemaschine (JAZ,,,):

$$JAZ_{th} = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{th,Input\_KS,a}}$$

Berechnung der elektrischen Jahresarbeitszahl des Kühlsystems mit Sorptionskältemaschine (JAZ<sub>al</sub>):

$$JAZ_{el} = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{el,KS,a}}$$

Berechnung der spezifischen Treibhausgasemissionen der Kältebereitstellung:

$$F_{SKM} = \frac{Q_{cl,KS,a} \times F_{cl} + Q_{th,lnput\_KS,a} \times F_{th}}{Q_{th,RS,a}} = \frac{F_{cl}}{JAZ_{cl}} + \frac{F_{th}}{JAZ_{tl}} \left[ kg_{CO2e} / kWh_{th} \right]$$

Mit dem Emissionsfaktor für Strom aus deutschen Strommix (F<sub>al</sub>) im Jahr 2013 <sup>16</sup>:

$$F_{cl} = 0.559 \text{ kg}_{co20}/\text{kWhel}$$

Es können abweichend von diesem Wert jeweils aktuelle Emissionsfaktoren für den Strom verwendet werden.

In die Berechnung geht außerdem der Emissionsfaktor für thermische Energie  $(F_{th})$  abhängig vom eingesetzten Energieträger ein. Die Herkunft der jeweiligen Emissionsfaktoren ist bei der Berechnung zu dokumentieren. Hilfestellung dazu geben die Publikationen des Umweltbundesamtes.  $^{17}$  In der nachfolgenden Tabelle werden Energieträger beispielhaft genannt:

Tabelle 7: Emissionsfaktoren für thermische Energie 18

Energieträger	F <sub>th</sub>
Heizöl HH/GHD	0,321 kg <sub>co2e</sub> /kWh <sub>th</sub>
Erdgas HH/GHD	0,251 kg <sub>coze</sub> /kWh <sub>th</sub>
Flüssiggas HH/GHD	0,270 kg <sub>coze</sub> /kWh <sub>th</sub>
Holz-Pellets	0,023 kg <sub>coze</sub> /kWh <sub>th</sub>
Holz-Hackschnitzel (Wald)	0,022 kg <sub>coze</sub> /kWh <sub>th</sub>
Holz-Hackschnitzel (KUP – Pappel)	0,037 kg <sub>co2e</sub> /kWh <sub>th</sub>

Legende: HH=Haushalte, GHD=Gewerbe Handel Dienstleistungen, KUP=Kurzumtriebsplantage Zum Vergleich mit der Kältebereitstellung durch ein Kühlsystem mit elektrisch betriebenen Kompressionskälteanlagen müssen zusätzlich die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kühlsystems mit alternativen Kompressionskälteanlagen wie folgt berechnet werden:

$$F_{KKM} = \frac{F_{el}}{JAZ_{el-KKM}} \times 1.1 \text{ [kg}_{CO2e}/\text{kWh}_{th}]$$

Als Jahresarbeitszahl des Kühlsystems mit Kompressionskälteanlage (JAZ<sub>el\_KKM</sub>) sind dabei die Mindestanforderungen dieses Leitfadens einzusetzen (Abschnitt 6.1.1.3 bzw. 6.4.2.2).

Der Faktor 1,1 innerhalb der Formel zur Berechnung der spezifischen Treibhausgasemissionen von Kühlsystemen mit Kompressionskälteanlagen ( $F_{\rm KKM}$ ) berücksichtigt die ebenfalls klimawirksamen direkten Kältemittelemissionen der Kompressionskälteanlagen.

Um den Nachweis zu führen, dass die spezifischen Treibhausgasemissionen der Sorptionskälteanlage nicht die Treibhausgasemissionen von elektrisch betriebenen Kompressionskälteanlagen überschreiten, muss folgende Bedingung eingehalten werden:

$$F_{\it SKM} \leq F_{\it KKM} \, [\rm kg_{co2e}/kWh_{th}]$$

Die Werte von  $F_{skm}$  sind als jährliche Zeitreihen zu dokumentieren. Der Vergleichswert  $F_{kkm}$  ist jeweils anzugeben.

<sup>16</sup> UBA 2014, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2013, Internet: http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-0.

<sup>17</sup> https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/.

<sup>18</sup> Quelle: GEMIS 4.6, März 2011, Szenario: Energie: Wärme - endenergiebezogen 2010 [kWh].

## Anhang C: Berechnung der mittleren Auslastungen IT

Für das Monitoring der IT-Last müssen die mittleren Werte der Auslastung der in den physischen Servern eingesetzten physischen CPUs, der RAM-Speicher sowie der Speichersysteme (Storage) bestimmt und im Energieeffizienzbericht dokumentieret werden.

## Mittlere Auslastung der CPUs

Zur Bestimmung der mittleren Auslastung einer einzelnen CPU (Mittlere Auslastung CPU<sub>i</sub>) wird der arithmetische Mittelwert der Einzelauslastungen während der Messintervalle bestimmt. Dabei sind nur die Intervalle zu berücksichtigen, während derer die CPU aktiviert war und dadurch Strom verbraucht hat:

Mittlere Auslastung CPU, [%]

 $= \frac{\sum_{n=1}^{Messintervalle} Auslastung CPU_i \text{ im Messintervall } n}{\frac{Angabl Messintervalle}{\frac{Angabl Messintervalle}{\frac{Angab Messintervalle}{\frac{An$ 

Die mittlere Auslastung aller im Rechenzentrum betriebenen CPUs (Mittlere Auslastung CPU) ist durch die Gewichtung der mittleren Einzelauslastungen anhand der CPU-Performance wie folgt zu bestimmen:

Mittlere Auslastung CPUs [%]

 $= \frac{\sum_{i=1}^{Anzahl\ CPUs} (CPU\ Performance_i\ *\ Mittlere\ Auslastung\ CPU_i)}{\sum_{i=1}^{Anzahl\ CPUs} CPU\ Performance_i}$ 

Die Methode zur Bestimmung der CPU-Performance kann selbst gewählt werden und muss im Energieeffizienzbericht dokumentiert werden. Als Methode bietet sich beispielsweise der *Passmark CPU Mark* <sup>19</sup> an. Vereinfachend kann die CPU-Performance pro CPU auch wie folgt berechnet werden:

CPU Performancei = Taktfrequenz. \* Anzahl Prozessorkerne. \* Anzahl Threads.

Damit die Mittlere Auslastung der CPUs für das Rechenzentrum mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, müssen mindestens 90 % aller im Rechenzentrum in Servern eingesetzten CPUs durch das Monitoring erfasst und in die Berechnung einbezogen werden.

# Mittlere Auslastung der RAM-Speicher

Zur Bestimmung der mittleren Auslastung der RAM-Speicher muss zunächst die mittlere Auslastung der einzeln erfassten RAM-Speichereinheiten (Mittlere Auslastung RAM<sub>i</sub>) wie folgt berechnet werden:

Mittlere Auslastung RAM, [%]

 $= \frac{\sum_{n=1}^{Messintervalle} Auslastung \ RAM_i \ im \ Messintervall \ n}{Anzahl \ Messintervalle}$ 

Die mittlere Auslastung aller im Rechenzentrum betriebenen RAM-Speicher (Mittlere Auslastung RAM) ist durch die Gewichtung der mittleren Einzelauslastun-

<sup>19</sup> Passmark CPU Mark; https://www.cpubenchmark.net/cpu\_list.php.

gen anhand der jeweils verfügbaren RAM-Kapazität wie folgt zu bestimmen:

Mittlere Auslastung RAM [%]

 $= \frac{\sum_{l=1}^{Anzahl\ RAM\ Speichereinheiten}(RAM\ Kapazit\ {\it it}\ i*\ Mittlere\ Auslastung\ RAM_l)}{{\sf Gesamtkapazit}\ {\it it}\ RAM\ Speichereinheiten}}$ 

Damit die Mittlere Auslastung der RAM-Speichereinheiten für das Rechenzentrum mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, müssen mindestens 90 % der Gesamtkapazität der RAM-Speichereinheiten durch das Monitoring erfasst und in die Berechnung einbezogen werden.

## Mittlere Auslastung der Speichersysteme

Speichersysteme (Storage), die durch das Monitoring erfasst werden müssen, sind Flashbasierte Speichersysteme (SSD) und Speichersysteme mit rotierenden Festplatten (HDD). Andere Speichersysteme (z. B. Magnetbandsysteme) müssen zur Berechnung der mittleren Auslastung der Speichersysteme nicht erfasst werden.

Die Bestimmung der mittleren Auslastung der Speichersysteme erfolgt analog zu den RAM-Speichern. Zunächst wird die mittlere Auslastung der einzelnen Speichereinheiten (Mittlere Auslastung Speicher,) wie folgt berechnet:

Mittlere Auslastung Storage, [%]

 $= \frac{\sum_{n=1}^{Messintervalle} Auslastung \ Storage_i \ im \ Messintervall \ n}{Anzahl \ Messintervalle}$ 

Die mittlere Auslastung aller im Rechenzentrum betriebenen Speichersysteme (Mittlere Auslastung Storage) ist durch die Gewichtung der mittleren Einzelauslastungen anhand der jeweils verfügbaren Speicherkapazität wie folgt zu bestimmen:

Mittlere Auslastung Storage [%]

 $= \frac{\sum_{l=1}^{Anzahl~Speichersysteme}(Storage~Kapazität_{l}*~Mittlere~Auslastung~Storage_{l})}{Gesamtkapazität~Storage}$ 

Damit die Mittlere Auslastung der Speichersysteme für das Rechenzentrum mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, müssen mindestens 90 % der Gesamtkapazität der Speichersysteme (Storage) durch das Monitoring erfasst und in die Berechnung einbezogen werden.

## **Anhang D: IT Inventarliste**

Die IT-Inventarliste enthält eine tabellarische Übersicht über die für die Auftragsausführung in Anspruch genommenen IT-Komponenten Server, Externe Speicher-Systeme sowie Netzwerk-Geräte mit mindestens folgenden Detailinformationen:

#### Server

- 1. Laufende Nummer
- 2. Datum der Inbetriebnahme
- 3. Hersteller
- 4. Modell
- 5. Nennleistung Netzteile ohne Redundanz [W]
- 6. Energieeffizienz-Standard Netzteile
- 7. Gesamt-Speicherkapazität RAM [GB]
- 8. SPEC-Power [ $\sum s_j_{ops}/\sum power$ ]

### **Externe Speicher-Systeme**

- 1. Laufende Nummer
- 2. Datum der Inbetriebnahme
- 3. Hersteller
- 4. Modell
- 5. Speichertyp (z. B. Festplatte HDD, Bandspeicher)
- 6. Nennleistung Netzteile ohne Redundanz [W]
- 7. Energieeffizienz-Standard Netzteile
- 8. Gesamt-Speicherkapazität [GB]

#### Netzwerk-Geräte

- 1. Laufende Nummer
- 2. Datum der Inbetriebnahme
- 3. Hersteller
- 4. Modell
- 5. Nennleistung aller Netzteile ohne Redundanz [W]
- 6. Energieeffizienz-Standard Netzteile

Geräte mit einer elektrischen Anschlussleistung kleiner als 10 Watt, von denen maximal 5 baugleiche Geräte eingesetzt werden, müssen nicht in die IT-Inventarliste aufgenommen werden.

## Anhang E: Anbieterfragebögen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume

## Anhang E1: Anbieterfragebogen zur umweltfreundlichen Beschaffung von Rechenzentrums-Hardware

Bezeichnung des Angebots	
Bieter	
Anschrift des Bieters	

### 1. Anforderungen an den Auftragsgegenstand

Die gelieferte Hardware und Komponenten müssen die nachfolgend genannten Anforderungen an den Auftragsgegenstand erfüllen. Können die dort genannten Ausschlusskriterien nicht eingehalten werden, so wird das Angebot von der Auftragsvergabe ausgeschlossen. <sup>20</sup>

Hinweis an die Beschaffungsstelle: Anforderungen an Hardware und Komponenten, die nicht Gegenstand der Beschaffung sind, können aus dem Anforderungskatalog gestrichen werden.

<sup>20</sup> Vgl. § 31 VgV 2016; Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624).

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A1	Gesamtenergieeffizienz der Server		
A1.1	Die Gesamtenergieeffizienz der Server (Σssj_ops/Σpower) nach der Methodik SPEC-power_ssj2008 <sup>22</sup> liegt bei mindestens 5.000 ssj_ops/W. Die technische Dokumentation enthält Angaben zum Hersteller, Modell, Nennleistung und Gesamtenergieeffizienz des Servers (Σssj_ops/Σpower) berechnet nach der Methodik SPECpower_ssj2008.	Ausschluss-kriterium  Nachweis Anbieterer-klärung und Dokumen- tation der Berechnung der Gesam- tenergieeffi- zienz durch Hersteller <sup>23</sup> oder eigene Messungen (Anlage 1)	
A1.2	Die Gesamtenergieeffizienz der Server (Σssj_ ops/ Σpower) berechnet nach der Methodik SPECpower_ssj2008 beträgt: ssj_ops/W.	Bewertungs- kriterium <sup>24</sup> Die Höhe des SPECpow- er_ssj2008 geht in die Angebotsbe- wertung ein. Das Angebot mit dem höchsten Wert erhält dabei die vol- le Punktzahl.	

<sup>21</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

<sup>22</sup> Methodik nach Standard Performance Evaluation Corporation; http://www.spec.org/power\_ssj2008/.

<sup>23</sup> Als Dokumentation k\u00f6nnen f\u00fcr die jeweiligen Server die Messergebnisse direkt von der Internetseite der Standard Performance Evaluation Corporation entnommen werden: https://www.spec.org/power\_ssj2008/results/power\_ssj2008.html.

<sup>24</sup> Bewertungskriterien müssen vom Anbieter angegeben werden, damit sein Angebot gegenüber den Mitbewerbern bewertet werden kann. Der Bieter mit dem – aus Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten – besten Werten erhält für dieses Bewertungskriterium die volle Punktzahl.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
		Nachweis Anbieter- erklärung und Doku- mentation der Berech- nung der Gesamt- energieeffi- zienz durch Hersteller <sup>25</sup> oder eigene Messungen (Anlage 1)	
A1.3	Ausnahmeregelung: Für die Server ist die Methodik SPECpower_ ssj2008 nicht anwendbar.	Falls zutreffend: Ausschlusskriterium Nachweis Begründung der Abweichung und Dokumentation der Energieeffizienz des Servers nach einer geeigneten Methodik. (Anlage 1)	

<sup>25</sup> Als Dokumentation können für die jeweiligen Server die Messergebnisse direkt von der Internetseite der Standard Performance Evaluation Corporation entnommen werden: https://www.spec.org/power\_ssj2008/results/power\_ssj2008.html.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A2	Kältemittel in Kälteanlagen		
	Kühlleistung:  Die Kühlleistung der Kälteanlagen beträgt: kW <sub>th</sub> Kältemittel: Es werden folgende Kältemittel eingesetzt:	Anbieter- erklärung Sofern mehrere Kälteanlagen geliefert werden, sind die Summen- Werte aller Kälteanlagen anzugeben. Technische Dokumenta- tion der Käl- teanlage mit Angaben zu Kühlleistung, Kältemittel (Anlage 2)	
	Die Anforderungen an die eingesetzten Kältemi lagen unterscheiden sich je nach Kältebedarf d trums (entspricht der elektrischen Anschlusslei kühlenden Rechenzentrums-Komponenten):	es Rechenzen-	
A2 a	Kältebedarf > 50 kW <sub>th</sub> In den Kälteanlagen werden ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet.	Ausschluss- kriterium	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A2 b	ODER  Kältebedarf ≤ 50 kW <sub>th</sub> Optionale Anforderung: In den Kälteanlagen werden ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet.	Bewertungs- kriterium Die Einhal- tung dieser Anforderung geht in die Angebotsbe- wertung ein.	
А3	Energieeffizienz des Kühlsystems		
	Definition JAZ  Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems der trums beschreibt das Verhältnis der innerhalb er (12 Monate) vom Kühlsystem aus dem Rechenz abzuführende Wärmemenge $Q_{th,RZ,a}$ [MWh <sub>th</sub> /a] zu setzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühls [MWh <sub>el</sub> /a]. $JAZ = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{el,KS,a}}$ Weitere Einzelheiten zur Messung und Berechne Wertes können dem Anhang B (Bestimmung de		
	des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energ Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgab 2015 <sup>26</sup> , entnommen werden.		
A3.1	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems erfüllt die Anforderung: JAZ > 7	Ausschluss- kriterium  Nachweis  Anbieterer- klärung und  Nennung der  JAZ	

<sup>26</sup> Kriterien für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161); www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A3.2	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems beträgt: JAZ =	Bewertungs-kriterium Die Höhe der Jahres- arbeitszahl (JAZ) geht in die Angebots- bewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält da- bei die volle Punktzahl. Nachweis Anbieter- erklärung und Nennung der JAZ	
A3.3	Eine der folgenden Methoden zur Messung bzw. Berechnung des JAZ-Wertes wurde ge- wählt:	Ausschluss- kriterium (zutreffende Methode bitte ankreu- zen)	
A3.3a	<ul> <li>Die Berechnung erfolgt:</li> <li>auf der Grundlage von Messungen über einen Zeitraum von 12 Monaten gemäß Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015 bestimmt,</li> </ul>	Dokumen- tation der Berechnung durch Mes- sung (Anlage 3)	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A3.3b	<ul> <li>auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners (Planung nach DIN EN 50600 oder vergleichbar), bei de- nen für die Berechnung des JAZ-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Mona- ten nach Inbetriebnahme angesetzt wird,</li> </ul>	Dokumen- tation der Berechnung durch Pla- nungsdaten (Anlage 3)	
A3.3c	auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Mona- ten durch Lastbänke simuliert und jährlich abzuführende Wärmemenge und die dazu eingesetzte elektrische Arbeit des gesam- ten Kühlsystems damit berechnet.	Dokumen- tation der Berech- nung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 3)	
A3.4	ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen) Ausnahmeregelung für Sorptionskältemaschinen: Zur Kühlung des Rechenzentrums werden eine oder mehrere Sorptionskältemaschinen eingesetzt. Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Kälteerzeugung wurden gemäß der Berechnungsvorschrift im Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, bestimmt.	Anbieter- erklärung	
A3.5	Die spezifischen Treibhausgasemissionen $(F_{SKM})$ erfüllen die Anforderung: $F_{SKM} < 0.09 \text{ kg}_{CO2e}/\text{kWh}_{th}$ Die mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen $(F_{SKM})$ betragen: $F_{SKM} = \underline{\qquad} \text{kg}_{CO2e}/\text{kWh}_{th}$	Ausschluss- kriterium	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A3.6	Dies entspricht gemäß der Berechnungsvorschrift in Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, einem generischen JAZ-Wert von: $JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM} [kg_{CO2e}/kWh_{th}]}$ JAZ =	Bewertungs-kriterium Die Höhe der generischen Jahresar-beitszahl (JAZ) geht in die Ange-botsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl. Nachweis: Dokumentation der Berechnung (Anlage 3)	

Ziffer	Kriterium	actroio Strowy	orcorgung (HSV	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A4	Unterprechung	gsfreie Stromv	ersorgung (USV)	)	
		ıngen (USV) er	rbrechungsfreie füllen alle nach		
	Verhältnis Ausgangs- leistung zur Nennleistung	Wirkungs- grad (Ist-Wert) (bitte ausfül- len)	Anforderung (Ausschluss- kriterien)	Ausschluss- kriterium <u>Nachweis</u> Dokumen-	
	100 %	η <sub>100</sub> =	$\eta_{100} \ge 92\%$	tation der	П
	75 %	η <sub>75</sub> =	η <sub>75</sub> ≥ 93%	Wirkungs-	
	50 %	$\eta_{50} = $	$\eta_{50} \ge 92\%$	grade und	
	25 %	$\eta_{25} = $	$\eta_{25} \ge 90\%$	Mess- protokoll	
	der zum Zeitpu lage gültigen I oder eines nac	unkt der Errich Messnorm) des ch DIN EN ISO/	EN 62040 (oder tung der USV-Ar s USV-Hersteller IEC 17025 akkr igefügt werden	(Anlage 4) n- rs e-	

Ziffer	Kriterium		Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)	
A5	Energieeffizien	te Netzteile			
A5.1	externe Ne reich der E fallen und Ökodesigr tungsaufn durchschr festlegt. Die Netzte	nicht in den Ge nung Nr. 278/2 zogen auf die I den Anforderu ards 80 PLUS (	Ausschluss- kriterium  Nachweis Anbieter- erklärung		
	Die Netzteile w auf:	eisen folgend	e Wirkungsgrade		
A5.2	Verhältnis Ausgangs- leistung zur Nennleistung	Wirkungs- grad (Ist-Wert) (bitte ausfül- len)	Anforderung (Ausschluss- kriterien)	Anbieter- erklärung	
	20 %	$\eta_{20} = $	$\eta_{20} \ge 90\%$		
	50 %	η <sub>50</sub> =	•		
***************************************	100 %	η <sub>100</sub> =	η <sub>100</sub> ≥ 89%		

 $<sup>27\ \ 80\</sup> PLUS\ Certified\ Power\ Supplies; https://www.plugloadsolutions.com/80PlusPowerSupplies.aspx.$ 

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>21</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A6	Intelligente Power Distribution Units (PDUs)		
	Die Verlustleistung intelligenter Power Distribution Units (PDUs) ist nicht größer als 0,5 W pro vorhandenen Stromausgang (Steckdose oder Anschlussklemme).  Sie beträgt W pro vorhandenen Stromausgang.	Ausschluss-kriterium Nachweis Anbieterer-klärung und Nennung der Verlustleis- tungen der im Rechen- zentrum eingesetzten intelligenten PDUs (Anlage 5)	

#### Anlagen:

(Hinweis: Die Anlagen sind vom Bieter selbst zu erstellen und dem Angebot beizufügen).

- Anlage 1: Gesamtenergieeffizienz der Server (SPECpower\_ssj2008)
- Anlage 2: Technische Dokumentation der Kälteanlage
- Anlage 3: Dokumentation Berechnung Energieeffizienz des Kühlsystems
- Anlage 4: Messprotokoll Wirkungsgrade Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- Anlage 5: Verlustleistung intelligenter Power Distribution Units (PDUs)

## Anhang E2: Anbieterfragebogen zur umweltfreundlichen Beschaffung der Installation von Messtechnik

Bezeichnung des Angebots	
Bieter	
Anschrift des Bieters	

### 1. Anforderungen an den Auftragsgegenstand

Die erbrachte Leistung muss die nachfolgend genannten Anforderungen an Auftragsgegenstand erfüllen. Können die dort genannten Ausschlusskriterien nicht eingehalten werden, so wird das Angebot von der Auftragsvergabe ausgeschlossen. <sup>28</sup>

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>29</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A1	Installation der Messpunkte		
	Durch die Installation von Messtechnik werden die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass kontinuierliche Messungen der elektrischen Leistung und des Energieverbrauchs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums durchgeführt werden können. Hierzu muss der Anbieter erklären, dass er die nachfolgenden Messpunkte gemäß Abbildung 1 installiert und einer kontinuierlichen Messung zugänglich macht. 30		

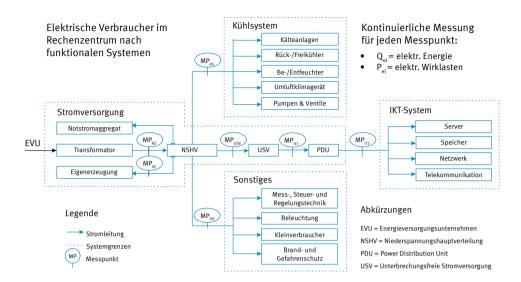
<sup>28</sup> Vgl. § 31 VgV 2016; Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624).

<sup>29</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

<sup>30</sup> Die einzelnen Messpunkte k\u00f6nnen auch durch mehrere Messstellen oder durch Referenzmessungen realisiert werden, die es erm\u00f6glichen, die jeweiligen Messergebnisse rechnerisch zu ermitteln. Falls dies der Fall ist, gelten die Anforderungen ebenfalls als erf\u00fcllt.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>29</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A1.1	MP <sub>RZ</sub> : Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums	Ausschluss- kriterium	
A1.2	MP <sub>EE</sub> : Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)	Ausschluss- kriterium	
A1.3	MP <sub>ks</sub> : Messpunkt Kühlsystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühlsystems (Kälteanla- gen, Rück-/ Freikühler, Be-/ Entfeuchter, Umluftkli- mageräte, Pumpen und Ventile)	Ausschluss- kriterium	
A1.4	MP <sub>usv</sub> : Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Eingang der unterbrechungs- freien Stromversorgung	Ausschluss- kriterium	
A1.5	MP <sub>m</sub> : Messpunkt Informationstechnik 1: elektri- sche Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung	Ausschluss- kriterium	
A1.6	MP <sub>IT2</sub> : Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems	Ausschluss- kriterium	
A1.7	MP <sub>so</sub> : Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z.B. Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Beleuchtung, Kleinverbrau- cher, Brand- und Gefahrenschutzeinrichtungen)	Ausschluss- kriterium	

Abbildung 1: Anordnung der zu installierenden Messpunkte



Quelle: Vergabegrundlage Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.

## Anhang E3: Anbieterfragebogen zur umweltfreundlichen Beschaffung der Dienstleistung Energie-Monitoring in Rechenzentren

Bezeichnung des Angebots	
Bieter	
Anschrift des Bieters	

### 1. Anforderungen an den Auftragsgegenstand

Die erbrachte Dienstleistung zum Energie-Monitoring in Rechenzentren erfüllt die nachfolgend genannten Anforderungen. Können die dort genannten Ausschlusskriterien nicht eingehalten werden, so wird das Angebot von der Auftragsvergabe ausgeschlossen. <sup>31</sup>

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 32 (vom Bieter auszufül- len)
V1	Energie-Monitoring		
	Es muss ein Energie-Monitoring durchgeführt werden, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums, zur Auslastung der Server und des Speichersystems erfasst und ausgewertet werden.  Weitere Einzelheiten zum Energie-Monitoring und zur Messung sowie Berechnung der geforderten Werte können der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015 33 entnommen werden.		

<sup>31</sup> Vgl. § 31 VgV 2016; Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624).

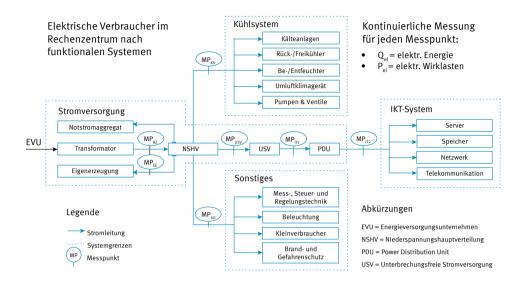
<sup>32</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

<sup>33</sup> Kriterien für die Vergabe des Umweltzeichen Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161); https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 32 (vom Bieter auszufül- len)
	Der Anbieter erklärt, dass er bei der Auftragsausführung zur Durchführung eines Energie-Monito-	<u>Nachweis</u>	
	rings folgende Werte mindestens jährlich ermittelt:	Anbieter- erklärung	
V1.1	Energy Usage Effectiveness (EUE)	Ausschluss- kriterium	
V1.2	Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ)	Ausschluss- kriterium	
	Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt (Anordnung und Bezeichnung der Messpunkte vgl. Abbildung 1):	Nachweis Anbieter- erklärung	
V1.3	• Strombedarf RZ gesamt $(MP_{RZ} + MP_{EE})$ [kWh <sub>el</sub> ]	Ausschluss- kriterium	
V1.4	• Spitzenlast RZ gesamt $(MP_{RZ} + MP_{EE})$ $[kW_{el}]$	Ausschluss- kriterium	
V1.5	• Strombedarf IT (MP <sub>IT2</sub> ) [kWh <sub>el]</sub>	Ausschluss- kriterium	
V1.6	• Spitzenlast IT (MP <sub>IT2</sub> ) [kW <sub>el</sub> ]	Ausschluss- kriterium	
V1.7	• Strombedarf Kühlsystem (MP <sub>KS</sub> ) [kWh <sub>el</sub> ]	Ausschluss- kriterium	
V1.8	• Spitzenlast Kühlsystem (MP <sub>KS</sub> ) [kW <sub>el</sub> ]	Ausschluss- kriterium	
V1.9	<ul> <li>Strombedarf USV (Verluste) (MP<sub>USV</sub> - MP<sub>IT1</sub>) [kWh<sub>e</sub>]</li> </ul>	Ausschluss- kriterium	
V1.10	<ul> <li>Strombedarf PDU (Verluste) (MP<sub>IT1</sub> - MP<sub>IT2</sub>) [kWh<sub>e</sub>]</li> </ul>	Ausschluss- kriterium	
V1.11	• Strombedarf Sonstiges (MP <sub>SO</sub> ) [kWh <sub>el</sub> ]	Ausschluss- kriterium	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 32 (vom Bieter auszufül- len)
V1.12	Kühllast RZ gesamt [kWh <sub>th</sub> ]	Ausschluss- kriterium	
	Folgende Werte werden durch das Monitoring der IT-Last für mindestens 90 % der jeweiligen IT-Komponenten (CPUs, RAM, Storage) monatlich ermittelt (vgl. "Anhang C: Berechnung der mittleren Auslastungen IT" der Vergabegrundlage RAL-UZ 161):	Nachweis Anbieter- erklärung	
V1.13	Mittlere Auslastung CPUs [%]	Ausschluss- kriterium	
V1.14	Mittlere Auslastung RAM [%]	Ausschluss- kriterium	
V1.15	Mittlere Auslastung Storage [%]	Ausschluss- kriterium	
V2	Jährlicher Monitoring-Bericht		
V2.1	Bei Auftragserteilung wird spätestens nach 14 Monaten und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von 12 Monaten (jährlich) ein Monito- ring-Bericht vorgelegt, in dem die unter Ziffer A1 genannten Messwerte monatlich aufgeschlüsselt und als Jahreswerte dargestellt sind.	Ausschluss- kriterium	
V2.2	Der Monitoring-Bericht stellt zusätzlich die Veränderungen der jährlichen Werte seit Beginn des Energie-Monitorings dar, insbesondere den Verlauf der Energy Usage Effectiveness (EUE) und der Jahresarbeitszahl des Kühlsystems (JAZ).	Ausschluss- kriterium	

Abbildung 1: Anordnung der Messpunkte



Quelle: Vergabegrundlage Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.

# Anhang E4: Anbieterfragebogen zur umweltfreundlichen Beschaffung der Dienstleistung Rechenzentrumsbetrieb

Bezeichnung des Angebots		
Bieter		
Anschrift des Bieters		
Umweltzeichen Blauer E	ngel vorhanden?	i
mit dem Umweltzeichen zentrumsbetrieb (RAL-UZ Zeichenbenutzungsvertr Nachweis: Kopie der Zert Wenn dies der Fall ist, da zum Nachweis der Einha genannten Kriterien entf	ag Nr.:	
Gleichwertiges Gütezeic	chen vorhanden?	
mit einem gleichwertiger Bezeichnung des Güteze Wenn dies der Fall ist, so gleichwertige Gütezeiche folgenden Fragebogens i	lem die Dienstleistung angeboten wird, ist n Gütezeichen zertifiziert. ichens: bkann der Anbieter gemäß § 34 VgV 35 das en alternativ vorlegen. Anhand des nachund den dort geforderten Anlagen muss der die Gleichwertigkeit gegeben ist.	
Kein gleichwertiges Güt	ezeichen vorhanden?	
für Energieeffizienten Re gleichwertigen Gütezeicl Anhand des nachfolgend	den Fragebogens und den dort geforderten ter darlegen, dass die Dienstleistung die	

<sup>34</sup> Kriterien für die Vergabe des Umweltzeichen Blauer Engel für Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161); https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.

<sup>35</sup> Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO)1 vom 12. April 2016 (BGBl. I S. 624).

### 1. Eignungskriterien

Zum Nachweis seiner Eignung zur Durchführung dieser Dienstleistung legt der Bieter die nachfolgend genannten Eignungsnachweise vor. <sup>36</sup>

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>37</sup> (vom Bieter auszufül- len)
E1	Energiemanagementsystem		
E1.1	Das Rechenzentrum verfügt über ein Energiema- nagementsystem, das in Anlehnung an DIN EN ISO 50001 <sup>38</sup> oder EMAS <sup>39</sup> erfolgt.	Anbieter- erklärung	
	Das Energiemanagementsystem muss mindestens folgende Punkte beinhalten:		
E1.2	Schriftlich fixierte Energiestrategie		
E1.3	<ul> <li>Entwicklung bereichsübergreifender Energie- sparmaßnahmen (IT-Beschaffung, IT-Betrieb, Gebäudemanagement, Energie Controlling, Einkauf und ggf. Vertrieb)</li> </ul>		
E1.4	<ul> <li>Klare Regelungen bzgl. der Zuständigkeiten zur Optimierung der Energienutzung</li> </ul>		
E1.5	Bestehender Kontinuierlicher Verbesserungs- prozess zur Optimierung der Energienutzung		
E1.6	Überprüfung definierter     Effizienzsteigerungsziele bzgl. der Erreichung		

<sup>36</sup> Vgl. § 42 u. § 49 VgV 2016; Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624).

<sup>37</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

<sup>38</sup> DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

<sup>39</sup> Verordnung (EG) Nr. 121/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Nov. 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystems für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung: ABl. EG Nr. L 342, S. 1, 22.12.2009.

## 2. Anforderungen an den Auftragsgegenstand

Die erbrachte Dienstleistung wird durch ein Rechenzentrum erbracht, das die nachfolgend genannten Anforderungen an den Auftragsgegenstand erfüllt. Können die dort genannten Ausschlusskriterien nicht eingehalten werden, so wird das Angebot von der Auftragsvergabe ausgeschlossen. 40

Zii	ffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A1	l	Zeitpunkte der Inbetriebnahme des Rechenzent- rums		
		Die Anforderungen unterscheiden sich je nach Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Rechenzentrums. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass neuere Rechenzentren aufgrund des technischen Fortschritts effizientere Technik einsetzen können. Der Weiterbetrieb älterer Rechenzentren bietet aber aus Ressourcenschutzgründen Umweltvorteile, die durch die Energieeffizienzkennzahlen nicht abgedeckt sind. Der Anbieter muss daher Angaben zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Rechenzentrums machen und das Alter des Rechenzentrums zum Zeitpunkt der Angebotslegung ( $\Delta t_{RZ}$ ) nennen:		
		Zeitpunkt Angebotslegung: (Monat/Jahr) Inbetriebnahme Rechenzentrum: (Monat/Jahr) Alter des Rechenzentrums ( $\Delta t_{RZ}$ ): (Monate)	Anbieter- erklärung	

<sup>40</sup> Vgl. § 31 VgV 2016.

<sup>41</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

Ziffer	Kriterio	ım		Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A2	Energy	Usage Effectiveness (EUE)			
	Die Ene für die wird als messer trums ( darf de einen Z Weitere bräuch Berech konzep Rechen	ion EUE  rgy Usage Effectiveness (EUE) ist Energieeffizienz eines Rechenzer s Verhältnis des innerhalb eines J nen Strombedarfs des gesamten Q <sub>el,EVU,a</sub> + Q <sub>el,EE,a</sub> [kWh <sub>el</sub> /a]) zu dem r Informationstechnik (Q <sub>el,IT,a</sub> [kWl eitraum von 12 Monaten berecht e Einzelheiten zur Messung der St e, zur Anordnung der Messpunkt nung des EUE können dem Anha t) der Vergabegrundlage "Energio zentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), r 2015 42, entnommen werden.	ntrums und ahres ge- Rechenzen- Strombe- h <sub>el</sub> /a]) über net. tromver- e und zur ng A (Mess- eeffizienter		
		ergy Usage Effectiveness (EUE) de ns erfüllt die folgenden Anforder			
	Aus- wahl	Inbetriebnahme des Rechenzentrums	Anforde- rung EUE		
A2.1		vor maximal 12 Monaten $(\Delta t_{RZ} \le 12 \text{ Monate})$	EUE ≤ 1,4	Ausschluss- kriterium <sup>43</sup>	
		vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate $\Delta t_{RZ}$ < 60 Monate)	EUE ≤ 1,6		
		vor 5 Jahren oder mehr (Δt <sub>RZ</sub> ≥ 60 Monate)	EUE ≤ 1,8		

 $<sup>42~</sup>Kriterien f \"ur die Vergabe des Umweltzeichen Blauer Engel f \ddotur Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161); https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren.$ 

<sup>43</sup> Ausschlusskriterien müssen vom Anbieter verpflichtend eingehalten werden, um von der Auftragsvergabe nicht ausgeschlossen zu werden.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A2.2	Die Energy Usage Effectiveness (EUE) des Rechenzentrums beträgt: EUE =	Bewertungs-kriterium 44 Die Höhe des EUE geht in die Angebots- bewertung ein. Das Angebot mit dem geringsten EUE erhält dabei die volle Punktzahl.	
A2.3a	Der EUE-Wert wurde auf der Grundlage von Messungen über einen Zeitraum von 12 Monaten gemäß Anhang A (Messkonzept) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, bestimmt. Das Ende des Messzeitraums liegt zum Zeitpunkt der Angebotslegung nicht länger als sechs Monate zurück.	Ausschluss-kriterium Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Messung (Anlage 1)	
	ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen): Ausnahmeregelung für neue Rechenzentren: Es handelt sich um den Betrieb eines neuen Rechenzentrums, dessen Inbetriebnahme bei der Angebotslegung weniger als 12 Monate zurückliegt. Die Ermittlung des nach 12 Monaten erwarteten EUE-Werts erfolgte:	Die folgenden beiden Opti- onen sind nur als Ausnahme bei neuen Rechenzen- tren (∆t <sub>RZ</sub> ≤ 12 Monate) anwendbar	

<sup>44</sup> Bewertungskriterien müssen vom Anbieter angegeben werden, damit sein Angebot gegenüber den Mitbewerbern bewertet werden kann. Der Bieter mit dem – aus Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten – besten Werten erhält für dieses Bewertungskriterium die volle Punktzahl.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A2.3b	auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners (Planung nach DIN EN 50600 oder vergleichbar), bei denen für die Berechnung des EUE-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Monaten nach Inbetriebnahme angesetzt wird.	Ausschluss-kriterium  Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Planungsdaten (Anlage 1)	
A2.3c	auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Monaten durch Lastbänke simuliert und die jährlichen Energieverbräuche von Rechenzentrum und IT-Technik damit berechnet.	Ausschluss-kriterium Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 1)	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
А3	Zeitpunkte der Inbetriebnahme des Kühlsystems		
	Als Kühlsystem wird die Summe aller technischen Einrichtungen zur Kühlung des Rechenzentrums bezeichnet (z. B. Kälteanlagen, Ventilatoren, Pumpen, Verdampfer, Rückkühlwerke usw.; siehe DIN V 18599).  Die Anforderungen an das Kühlsystem unterscheiden sich je nach Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme.  Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass neuere Kühlsysteme aufgrund des technischen Fortschritts effizientere Technik einsetzen können.  Der Weiterbetrieb älterer Kühlsysteme bietet aber aus Ressourcenschutzgründen Umweltvorteile, die durch die Energieeffizienzkennzahlen nicht abgedeckt sind.  Der Anbieter muss daher Angaben zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Kühlsystems machen und das Alter des Kühlsystems zum Zeitpunkt der Angebotslegung (Δt <sub>ks</sub> ) nennen:		
	Zeitpunkt Angebotslegung: (Monat/Jahr) Inbetriebnahme Kühlsystem: (Monat/Jahr) Alter des Kühlsystems ( $\Delta t_{KS}$ ): (Monate)	Anbieter- erklärung	

ziff	er Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A4	Energieeffizienz des Kühlsystems		
	Definition JAZ  Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems des Rechenzentrums beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühlsystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge $Q_{th,RZ,a}$ [MWh $_{th}/a$ ] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems $Q_{el,KS,a}$ [MWh $_{el}/a$ ]. $JAZ = \frac{Q_{th,RZ,a}}{Q_{el,KS,a}}$ Weitere Einzelheiten zur Messung und Berechnung		
	des JAZ-Wertes können dem Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, entnommen werden.		

Ziffer	Kriteri	Kriterium		Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
	:	resarbeitszahl (JAZ) des Kühls hfolgend genannten Anforder	•		
	Aus- wahl	Inbetriebnahme des Kühlsystems	Anforderung JAZ		
		vor maximal 12 Monaten (Δt <sub>KS</sub> ≤ 12 Monate)	JAZ > 7	Ausschluss-	
A4.1		□ vor mehr als 12 Monaten JAZ > 5  und  weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt <sub>ks</sub> < 60  Monate)	kriterium		
		vor 5 Jahren oder mehr (Δt <sub>KS</sub> ≥ 60 Monate)	JAZ > 3,5		
A4.2	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlsystems beträgt: JAZ =		Bewertungs-kriterium Die Höhe der Jahresarbeits-zahl (JAZ) geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl.		

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A4.3a	Der JAZ-Wert wurde auf der Grundlage von Messungen über einen Zeitraum von 12 Monaten gemäß Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, bestimmt.	Ausschluss-kriterium Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Messung (Anlage 2)	
	ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen) Ausnahmeregelung für neue Rechenzentren: Es handelt sich um den Betrieb eines neuen Rechenzentrums, dessen Inbetriebnahme bei der Angebotslegung weniger als 12 Monate zurückliegt. Die Ermittlung des nach 12 Monaten erwarteten JAZ-Werts erfolgte:	Die folgenden beiden Opti- onen sind nur als Ausnahme bei neuen Rechenzen- tren (∆t <sub>RZ</sub> ≤ 12 Monate) möglich	
A4.3b	auf Grundlage von Planungsdaten eines qualifizierten Fachplaners (Planung nach DIN EN 50600 oder vergleichbar), bei denen für die Berechnung des JAZ-Wertes der erwartete Ausbauzustand nach 12 Monaten nach Inbetriebnahme angesetzt wird.	Ausschluss-kriterium  Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Planungs-daten (Anlage 2)	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A4.3c	auf Grundlage eines Lasttestes, der den erwarteten Ausbauzustand nach 12 Monaten durch Lastbänke simuliert und jährlich abzuführende Wärmemenge und die dazu eingesetzte elektrische Arbeit des gesamten Kühlsystems damit berechnet	Ausschluss-kriterium Nachweis: Dokumentation der Berechnung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 2)	
A4.4	ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen) Ausnahmeregelung für Sorptionskältemaschinen: Zur Kühlung des Rechenzentrums werden eine oder mehrere Sorptionskältemaschinen eingesetzt. Ist dies der Fall, so wurden die spezifischen Treibhausgasemissionen der Kälteerzeugung gemäß der Berechnungsvorschrift im Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, bestimmt.	Anbieter- erklärung	

Ziffer	Kriteri	Kriterium			Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 41 (vom Bieter auszufül- len)
		ezifischen Treibhausgasemis die nachfolgend genannten A	Jim		
	Aus- wahl	Inbetriebnahme des Kühlsystems	<b>Anforderung</b> F <sub>SKM</sub>		
		vor maximal 12 Monaten (Δt <sub>KS</sub> ≤ 12 Monate)	F <sub>SKM</sub> < 0,09 kg <sub>CO2e</sub> /kWh <sub>th</sub>	Ausschluss-	
A4.5		vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate $\Delta t_{KS} < 60$ Monate)	$F_{SKM} < 0,13$ $kg_{CO2e}/kWh_{th}$	kriterium	
		vor 5 Jahren oder mehr (Δt <sub>KS</sub> ≥ 60 Monate)	F <sub>SKM</sub> < 0,18 kg <sub>CO2e</sub> /kWh <sub>th</sub>		

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A4.6	Die mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen ( $F_{SKM}$ ) betragen: $F_{SKM} = \underline{\hspace{1cm}} kg_{CO2e}/kWh_{th}$	Anbieter- erklärung Nachweis: Dokumen- tation der Berechnung (Anlage 2)	
A4.7	Dies entspricht gemäß der Berechnungsvorschrift in Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlsystems) der Vergabegrundlage "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, einem generischen JAZ-Wert von: $JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM}\left(\mathrm{kg}_{\mathrm{CO2e}}/\mathrm{kWh}_{\mathrm{th}}\right)}$ JAZ =	Bewertungs-kriterium Die Höhe der generischen Jahresarbeits-zahl (JAZ) geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl.  Nachweis: Dokumentation der Berechnung (Anlage 2)	

Ziffer	Kriterium			Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 41 (vom Bieter auszufül- len)
A5	Unterbrechungs	freie Stromversor	gung		
		de der Unterbrec gen (USV) erfüller gen:			
	Verhältnis Ausgangs- leistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfül- len)	Anforderung (Ausschluss- kriterien)	Ausschluss- kriterium	
	100 %	η <sub>100</sub> =	η <sub>100</sub> ≥ 90 %		П
	75 %	η <sub>75</sub> =		<u>Nachweis</u> : Messprotokoll	
	50 %	η <sub>50</sub> =		(Anlage 3)	
	25 %	$\eta_{25} = $		, ,	
	zum Zeitpunkt d	oll nach DIN EN 62 er Errichtung der orm) des USV-Her			
	gültigen Messnorm) des USV-Herstellers oder eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüfla- bors ist beigefügt.				
A6	Elektrische Ener	gie			
A6.1	Das Rechenzentrum deckt seinen Strombedarf überwiegend, d. h. zu über 50 %, aus erneuerbaren Energien wie Wasserkraft, Photovoltaik, Windkraft, Biomasse oder aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK).  Der Anteil des im Rechenzentrum genutzten Stroms aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung beträgt:		Ausschluss- kriterium		

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)
A6.2	Das spezifische Treibhauspotenzial des genutzten Stromes überschreitet nicht den Wert von 0,37 kg Kohlendioxid-Äquivalente pro Kilowattstunde Strom (gemäß der Stromkennzeichnung nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz).  Die spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen des im Rechenzentrum eingesetzten Stroms betragen: kg_co2e}/kWh_el	Ausschluss-kriterium  Nachweis: Anbieter- erklärung und Stromkenn- zeichnung nach § 42 des Energie- wirtschafts- gesetzes 45 (Anlage 4)	
A7	Kältemittel in Kälteanlagen		
A7.1	Kühlleistung:  Der Kältebedarf des Rechenzentrums (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) beträgt:  kW_th Inbetriebnahme:  Die Inbetriebnahme der Kälteanlage erfolgte: (Monat/Jahr)  Kältemittel: Es werden folgende Kältemittel eingesetzt:	Anbieter- erklärung	

<sup>45</sup> Für ganz oder teilweise selbst erzeugten Strom (beispielsweise BHKW- oder Photovoltaik-Strom) kann ein individueller Nachweis des spezifischen Treibhauspotenzials nach der Systematik des Energiewirtschaftsgesetzes erfolgen.

Ziffer	Kriterium			Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>41</sup> (vom Bieter auszufül- len)	
	<u>Fallunt</u>	erscheidung:				
A7.2	Aus- wahl	Kältebedarf	Jahr der Inbetrieb- nahme	Anwendung der Ziffer	Anbieter-	П
A7.2		> 50 kW <sub>th</sub>	< 2013	A7.2a	erklärung	<b></b>
		> 50 kW <sub>th</sub>	≥ 2013	A7.2b		
		≤ 50 kW <sub>th</sub>	unabhängig	A7.2c		
A7.2a	Kältebedarf > 50 kW <sub>th</sub> ; <u>lahr der Inbetriebnahme &lt; 2013</u> In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechenzentrums ausschließlich <i>chlorfreie</i> Kältemittel eingesetzt. <u>Kältebedarf &gt; 50 kW<sub>th</sub></u> ; <u>lahr der Inbetriebnahme ≥ 2013</u> In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechen-				Ausschluss- kriterium Ausschluss- kriterium	
A7.2c	zentrums ausschließlich halogenfreie Kältemittel eingesetzt.  Kältebedarf ≤ 50 kW <sub>th</sub> ; unabhängig vom lahr der Inbetriebnahme Optionale Anforderung: In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechenzentrums ausschließlich halogenfreie Kältemittel eingesetzt.				Bewertungs- kriterium Die Einhaltung dieser Anfor- derung geht in die Angebots- bewertung ein. Halogenfreie Kältemittel werden mit der vollen Punkt- zahl gewertet.	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht 41 (vom Bieter auszufül- len)
A8	Erstellung einer IT-Inventarliste		
	Eine Inventarliste, in der die für die Auftragsausführung zum Einsatz kommenden IT-Komponenten (mindestens Server, externe Speichersysteme, Netzwerk-Geräte) aufgelistet sind, ist beigefügt. Geräte mit einer elektrischen Anschlussleistung kleiner als 10 Watt, von denen maximal 5 baugleiche Geräte eingesetzt werden, müssen nicht in die IT-Inventarliste aufgenommen werden.	Ausschluss-kriterium Nachweis: IT-Inventarliste (Anlage 5) Eine Tabellen- vorlage für die IT-Inventarliste kann der Anla- ge 2a der Ver- gabegrundlage "Energieeffizi- enter Rechen- zentrumsbe- trieb" (s. o.), Ausgabe Februar 2015, entnommen werden.	

## 3. Anforderungen an die Auftragsausführung

Erhält der Bieter den Zuschlag, so verpflichtet er sich, die nachfolgend genannten Anforderungen an die Auftragsausführung zu erfüllen. Diese Anforderungen gehen als Vertragsbestandteile in die Klauseln für die Auftragsdurchführung ein. 46

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>47</sup> (vom Bieter auszufül- len)
V1	Virtualisierung von Servern		
	Im Rechenzentrum wird Servervirtualisierung eingesetzt. (falls anwendbar <sup>48</sup> )	Anbieter- erklärung	
	Der durchschnittliche Virtualisierungsgrad (Quotient aus Anzahl virtueller Server und Anzahl physischer Server im gesamten RZ) ist größer als 2.  Der Virtualisierungsgrad beträgt:	Anbieter- erklärung	
	ODER: Für den angebotenen Rechenzentrumsbetrieb ist eine Servervirtualisierung nicht möglich bzw. nicht sinnvoll.	Anbieter- erklärung <u>Nachweis</u> : Schriftliche Begründung (Anlage 6)	

<sup>46</sup> Vgl. § 31 VgV 2016 und § 97 Absatz. 4 Satz 2 GWB; Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen vom 26. Juni 2013

<sup>47</sup> Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

<sup>48</sup> Bei bestimmten Server-Architekturen ist eine Servervirtualisierung nicht möglich oder nicht sinnvoll. Die Beschaffungsstelle sollte diese Anforderung daher in Rücksprache mit dem zuständigen IT-Fachplaner nur dann stellen, wenn eine Virtualisierung realisierbar ist.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>47</sup> (vom Bieter auszufül- len)
V2	Energie-Monitoring		
	Es wird ein Energie-Monitoring durchgeführt, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzent- rums, zur Auslastung der Server und des Speicher- systems erfasst und ausgewertet werden.	Anbieter- erklärung	
	Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens jährlich ermittelt:		
	Energy Usage Effectiveness (EUE)		,
	• Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ)		
	Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt (Anordnung und Bezeichnung der Messpunkte gemäß Abbildung 1 der Vergabegrundlage für "Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb" (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015):		
	• Strombedarf RZ gesamt $(MP_{RZ} + MP_{EE})$ [kWh <sub>el</sub> ]		
	<ul> <li>Strombedarf IT (MP<sub>IT2</sub>) [kWh<sub>el</sub>]</li> </ul>		

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht <sup>47</sup> (vom Bieter auszufül- len)
V3	Jährlicher Energieeffizienzbericht		
	Spätestens 14 Monate nach Auftragserteilung und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von 12 Monaten (jährlich) wird ein Energieeffizienzbericht vorgelegt, in dem die Aktivitäten zum energieund ressourcenbewussten Rechenzentrumsbetrieb dargestellt sind.  Im Energieeffizienzbericht werden folgende Anforderungen dokumentiert:  1. Energiemanagementsystem (vgl. Ziffer E1)  2. Energy Usage Effectiveness (EUE) (vgl. Ziffer A2)  3. Energieeffizienz des Kühlsystems (vgl. Ziffer A4)  4. Wirkungsgrade Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) (vgl. Ziffer A5)  5. Zusammensetzung elektrische Energie (vgl. Ziffer A6)  6. Kältemittel in Kälteanlagen (vgl. Ziffer A7)  7. Veränderungen der für die Auftragsausführung zum Einsatz kommenden Hardware-Ausstattung des Rechenzentrums anhand der Aktualisierung einer IT-Inventarliste (vgl. Ziffer A8)  8. Einsatz Virtualisierung von Servern (vgl. Ziffer V1)  9. Stromverbrauch der IT-Komponenten, die für den Auftraggeber betrieben werden als Auswertung des Energie-Monitorings (vgl. Ziffer V2)	Anbieter- erklärung	

#### Anlagen: 49

(Hinweis: Die Anlagen sind vom Bieter selbst zu erstellen und dem Angebot beizufügen).

- Anlage 1: Dokumentation Berechnung Energy Usage Effectiveness (EUE)
  Anlage 2: Dokumentation Berechnung Energieeffizienz des Kühlsystems
- Anlage 3: Messprotokoll Wirkungsgrade Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- Anlage 4: Stromkennzeichnung nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz
- Anlage 5: IT-Inventarliste
- Anlage 6: Begründung Nichtanwendbarkeit Servervirtualisierung (falls zutreffend)

<sup>49</sup> Wenn das Rechenzentrum, in dem die Dienstleistung angeboten wird, mit dem Umweltzeichen Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161) zertifiziert ist, können die Anlagen entfallen.

## **Impressum**

#### Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet III 1.3
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de

Internet: www.umweltbundesamt.de www.beschaffung-info.de

#### **Autoren:**

Jens Gröger, Öko-Institut e.V., Marina Köhn, Umweltbundesamt

#### **Gestaltung:**

KOMAG mbH Berlin

#### Link zur Publikation:

https://www.umweltbundesamt.de/publikationen

### Bildquellen:

Titelbild: © tiero/Fotolia.com

Stand: November 2016

