

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.

RATGEBER

Leitfaden zur umweltfreundlichen
öffentlichen Beschaffung

Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

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
////////////////////////////////////		
2.	Verwendung des Leitfadens	6
////////////////////////////////////		
3.	Geltungsbereich	9
////////////////////////////////////		
4.	Begriffsbestimmungen	9
////////////////////////////////////		
5.	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
6.3.1.2	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
6.4.2.3	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	22
6.4.2.4	Elektrische Energie	22
6.4.2.5	Kältemittel in Kälteanlagen	23
6.4.2.6	Erstellung einer IT-Inventarliste	23
6.4.3	Anforderungen an die Auftragsausführung	24
6.4.3.1	Virtualisierung von Servern	24
6.4.3.2	Energie-Monitoring	24
6.4.3.3	Jährlicher Energieeffizienzbericht	24
7.	Angebotswertung	25
7.1	Lebenszykluskosten	25
7.2	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 Bundeswirtschaftsministeriums¹ 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

¹ Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland; Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie; Fraunhofer IZM und Borderstep-Institut, Berlin November 2016/2015; <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 Serverraumes. Der Auftraggeber ist der Eigentümer 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 Gebäudetechnik 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

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).	• Installation von Messtechnik sowie • Energie-Monitoring
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 ist sowohl Eigentümer der Rechenzentrums-Infrastruktur als auch der dort installierten Hardware.	• 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 Umwelanfor-

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/Rechenzentrums-betrieb“ 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 Stromverteilereinheit 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 einzelnen 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 Konformitätsbewertungsstelle³ (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-

2 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.

3 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 angemessenen 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 Rechen-

trums-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_ssj2008⁴ 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-

4 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 Gesamtenergieeffizienz⁵; Bei Inanspruchnahme der Ausnahme: Begründung und anderweitige Dokumentation

6.1.1.2 Kältemittel in Kälteanlagen

Kriterium: Ausschlusskriterium

Rechenzentren mit einem Kältebedarf > 50 kW_{th}

Für die Kühlung von Rechenzentren mit einem Kältebedarf von mehr als 50 kW_{th} (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_{th}

In Rechenzentren mit einem Kältebedarf von bis zu 50 kW_{th} (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 $Q_{th,RZ,a}$ [MWh_{th}/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems $Q_{el,KS,a}$ [MWh_{el}/a].

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

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

⁵ 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 Kühltystems damit berechnet.

Kriterium: Ausschlusskriterium

Die JAZ des Kühltystems muss einen Wert von 7 überschreiten:

$$JAZ > 7$$

Kriterium: Bewertungskriterium

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

Ausnahme:

Sofern für das Kühltystem statt elektrisch betriebener Kompressionskälteanlagen Sorptionskältemaschinen zum Einsatz kommen, muss die Energieeffizienz des Kühltystems anhand der mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen (F_{SKM}) nachgewiesen werden.

Die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kühltystems müssen folgende Anforderung erfüllen:

$$F_{SKM} < 0,09 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}_{th}$$

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

Damit im Rahmen der Angebotsbewertung Kühltysteme mit Sorptionskältemaschinen

mit Kühltystemen mit Kompressionskältemaschinen verglichen werden können, ist beim Einsatz von Sorptionskältemaschinen außerdem ein generischer JAZ-Wert zu bestimmen, der sich wie folgt berechnet:

$$JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM} [\text{kg}_{\text{CO}_2\text{e}}/\text{kWh}_{th}]}$$

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

Nachweis: Anbietererklärung und Nennung der JAZ; Bei Sorptionskältemaschinen: Nachweis der Energieeffizienz anhand F_{SKM} gemäß Anhang B: Bestimmung der Kennzahlen des Kühltystems

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. 278/2009⁶ fallen, müssen – bezogen auf die Energieeffizienz – mindestens den Anforderungen des Energieeffizienzstandards 80 PLUS GOLD⁷ 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

6 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.

7 80 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:

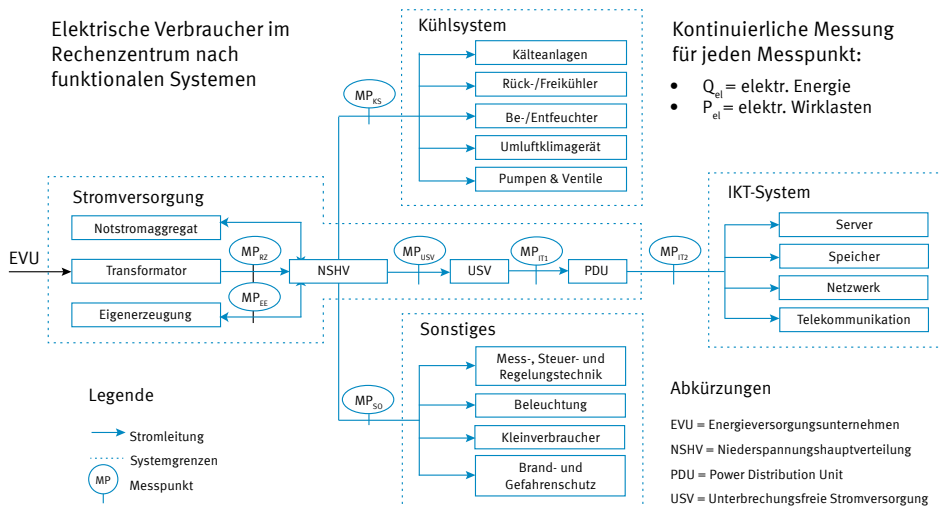
- MP_{RZ} : Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums
- MP_{EE} : Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)
- MP_{KS} : Messpunkt Kühltssystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühltssystems (Kälteanlagen, Rück-/Freikühler, Be-/Entfeuchter, Umluftklimageräte, Pumpen und Ventile)
- MP_{USV} : Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am

Eingang der unterbrechungsfreien Stromversorgung

- MP_{IT1} : Messpunkt Informationstechnik 1: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP_{IT2} : Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems
- MP_{SO} : Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z. B. Mess-, Steuer- und 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 ($MP_{RZ} + MP_{EE}$) [kWh_{el}]
- Spitzenlast RZ gesamt ($MP_{RZ} + MP_{EE}$) [kW_{el}]
- Strombedarf IT (MP_{IT2}) [kWh_{el}]
- Spitzenlast IT (MP_{IT2}) [kW_{el}]
- Strombedarf Kühlsystem (MP_{KS}) [kWh_{el}]
- Spitzenlast Kühlsystem (MP_{KS}) [kW_{el}]
- Strombedarf USV (Verluste) ($MP_{USV} - MP_{IT1}$) [kWh_{el}]
- Strombedarf PDU (Verluste) ($MP_{IT1} - MP_{IT2}$) [kWh_{el}]
- Strombedarf Sonstiges (MP_{SO}) [kWh_{el}]
- Kühllast RZ gesamt [kWh_{th}]

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 Auftragsge-

genstand 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 50001⁸ oder an EMAS III⁹ 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

⁸ DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

⁹ Verordnung (EG) Nr. 121/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Nov. 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem 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 ($\Delta t \leq 12$ Monate)	$EUE \leq 1,4$
vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren ($12 \text{ Monate} < \Delta t < 60 \text{ Monate}$)	$EUE \leq 1,6$
vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t \geq 60 \text{ Monate}$)	$EUE \leq 1,8$

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 $Q_{th,RZ,a}$ [MWh_{th}/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühlsystems $Q_{el,KS,a}$ [MWh_{el}/a].

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

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 (Δt) die in der folgenden Tabelle genannten Werte überschreiten:

Tabelle 4: Mindestanforderungen Jahresarbeitszahl (JAZ)

Inbetriebnahme des Kühlsystems	JAZ
vor maximal 12 Monaten ($\Delta t \leq 12$ 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 ($\Delta t \geq 60$ 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 bestimm-

men, 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 Angebotsbewertung).

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 (F_{SKM}) nachgewiesen werden.

Die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kühlsystems müssen folgende Anforderung erfüllen:

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

Inbetriebnahme des Kühlsystems	F_{SKM}
vor maximal 12 Monaten ($\Delta t \leq 12$ Monate)	$F_{SKM} < 0,09 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}_{th}$
vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren ($12 \text{ Monate} < \Delta t < 60 \text{ Monate}$)	$F_{SKM} < 0,13 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}_{th}$
vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t \geq 60$ Monate)	$F_{SKM} < 0,18 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh}_{th}$

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:

$$JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM} [\text{kg CO}_2\text{e/kWh}_{th}]}$$

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_{SKM} 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 $> 50 \text{ kW}_{\text{th}}$

Für die Kühlung von Rechenzentren mit einem Kältebedarf von mehr als $50 \text{ kW}_{\text{th}}$ (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 $\leq 50 \text{ kW}_{\text{th}}$

In Rechenzentren mit einem Kältebedarf von bis zu $50 \text{ kW}_{\text{th}}$ (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 Kühlturbine (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 ($MP_{RZ} + MP_{EE}$) [kWh_{el}]
- Strombedarf IT (MP_{IT2}) [kWh_{el}]

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
2. Energy Usage Effectiveness (EUE) gemäß Abschnitt 6.4.2.1
3. Energieeffizienz des Kühlturbinesystems gemäß Abschnitt 6.4.2.2
4. 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
7. 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
9. 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.¹⁰ Dies kann sowohl über die Berücksichtigung der Lebenszykluskosten¹¹ als auch über die Bewertung konkreter Angaben zum Energieverbrauch erfolgen.¹²

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 für Software
 - Einkaufspreis für weitere Leistungen

¹⁰ Siehe § 67 VgV 2016.

¹¹ Siehe § 59 VgV 2016.

¹² 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.¹³ Solche Bewertungskriterien müssen dem Anbieter zusammen mit deren

Gewichtung in der Ausschreibung bekannt gemacht werden.¹⁴ 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_{th} (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://beschaffung-info.de/> ein Berechnungstool bereit, in dem eine Nutzwertanalyse für Produkte und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume durchgeführt werden kann.

¹³ Siehe § 58 Abs. 2 VgV 2016.

¹⁴ 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	Gewichtung	Berechnung der Punktzahl
Finanzielle Angebotskonditionen	100.000 €	50 %	Punktzahl = $100 \times \frac{\text{Minimalwert}}{\text{Bieterwert}}$
Gesamtenergieeffizienz der Server (SPECpower)	4.000 .. 8.000	15 %	Punktzahl = $100 \times \frac{\text{Bieterwert}}{\text{Maximalwert}}$
Einsatz halogenfreier Kältemittel bei einem Kältebedarf bis zu 50 kW _{th}	FALSCH/WAHR	10 %	FALSCH: Punktzahl = 0, WAHR: Punktzahl = 100
Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühltanks	3,5 .. 7	15 %	Punktzahl = $100 \times \frac{\text{Bieterwert}}{\text{Maximalwert}}$
Energy Usage Effectiveness (EUE)	1,1 .. 1,8	10 %	Punktzahl = $100 \times \frac{\text{Minimalwert}}{\text{Bieterwert}}$

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.

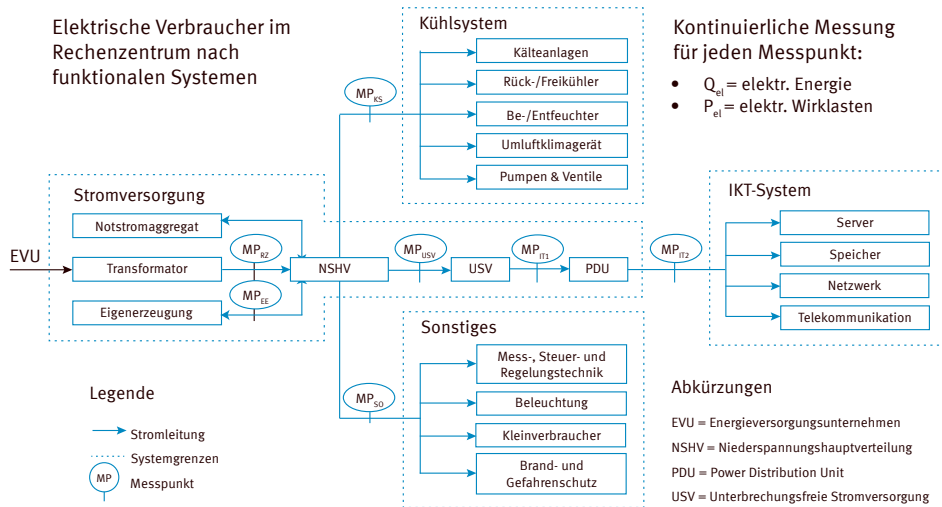
- MP_{RZ} : Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums
- MP_{EE} : Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)
- MP_{KS} : Messpunkt Kühltssystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühltssystems (Kälteanlagen, Rück-/

Freikühler, Be-/Entfeuchter, Umluftklimageräte, Pumpen und Ventile)

- MP_{USV} : Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Eingang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP_{IT1} : Messpunkt Informationstechnik 1: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung
- MP_{IT2} : Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems
- MP_{SO} : Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z. B. Mess-, Steuer- und 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 ($Q_{el,RZ,a}$ [kWh_{el}/a]) zum Energiebedarf der gesamten IT ($Q_{el,IT,a}$ [kWh_{el}/a]) für den Zeitraum von einem Jahr.¹⁵

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

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:

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

$$Q_{el,RZ,a} = MP_{RZ}$$

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

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

¹⁵ 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-\(May-2011\).](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 ($Q_{el,IT,a}$) müssen ebenfalls folgende Fallunterscheidungen vorgenommen werden:

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

$$Q_{el,IT,a} = MP_{IT1}$$

Gemessen wird direkt hinter der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV)

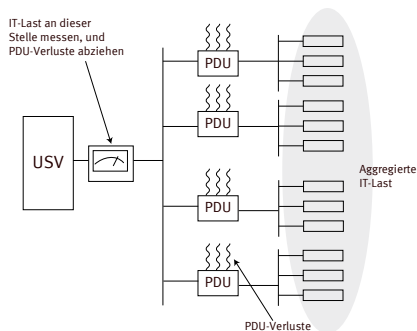
2. Im Rechenzentrum werden intelligente Power Distribution Units (PDUs) zur Stromverteilung eingesetzt, die Verlustleistungen aufweisen:

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

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

$$Q_{el,IT,a} = MP_{IT1} - Q_{el,PDU-Verluste,a}$$

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:

$$Q_{el,RZ,a} = Q_{el,IT,a} + Q_{el,USV,a} + Q_{el,PDU-Verluste,a} + Q_{el,KS,a} + Q_{el,So,a}$$

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)

$$Q_{el,PDU-Verluste,a} = MP_{IT1} - MP_{IT2}$$

(jährlicher Eigenstrombedarf der PDU)

$$Q_{el,USV,a} = MP_{USV} - MP_{IT1}$$

(jährlicher Strombedarf der USV)

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

(jährlicher Strombedarf sonstiger Verbraucher)

Hinweis zu MP_{IT1} : 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 ($Q_{el,RZ,a}$) 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 ($Q_{el,KS,a}$ [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.

$$Q_{el,KS,a} = MP_{KS}$$

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_{SKM}) jährlich berechnet und dokumentiert werden.

Hierzu müssen folgende Berechnungsschritte durchgeführt werden:

Berechnung der thermischen Jahresarbeitszahl des Kühlsystems mit Sorptionskältemaschine (JAZ_{th}):

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

Berechnung der elektrischen Jahresarbeitszahl des Kühlsystems mit Sorptionskältemaschine (JAZ_{el}):

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

Berechnung der spezifischen Treibhausgasemissionen der Kältebereitstellung:

$$F_{SKM} = \frac{Q_{el,KS,a} \times F_{el} + Q_{th,Input,KS,a} \times F_{th}}{Q_{th,RZ,a}} = \frac{F_{el}}{JAZ_{el}} + \frac{F_{th}}{JAZ_{th}} \text{ [kg}_{CO_2e}\text{/kWh}_{th}]$$

Mit dem Emissionsfaktor für Strom aus deutschen Strommix (F_{el}) im Jahr 2013¹⁶:

$$F_{el} = 0,559 \text{ kg}_{CO_2e}\text{/kWh}_{el}$$

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 Energie¹⁸

Energieträger	F_{th}
Heizöl HH/GHD	0,321 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}
Erdgas HH/GHD	0,251 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}
Flüssiggas HH/GHD	0,270 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}
Holz-Pellets	0,023 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}
Holz-Hackschnitzel (Wald)	0,022 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}
Holz-Hackschnitzel (KUP – Pappel)	0,037 kg _{CO_{2e}} /kWh _{th}

Legende: HH=Haushalte, GHD=Gewerbe Handel Dienstleistungen, KUP=Kurzumtriebsplantage

Zum Vergleich mit der Kältebereitstellung durch ein Kältesystem mit elektrisch betriebenen Kompressionskälteanlagen müssen zusätzlich die spezifischen Treibhausgasemissionen des Kältesystems mit alternativen Kompressionskälteanlagen wie folgt berechnet werden:

$$F_{KKM} = \frac{F_{el}}{JAZ_{el_KKM}} \times 1,1 \text{ [kg}_{CO_2e}\text{/kWh}_{th}]$$

Als Jahresarbeitszahl des Kältesystems mit Kompressionskälteanlage (JAZ_{el_KKM}) 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 Kältesystemen mit Kompressionskälteanlagen (F_{KKM}) berücksichtigt die ebenfalls klimawirksamen direkten Kältemittlemissionen 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:

$$F_{SKM} \leq F_{KKM} \text{ [kg}_{CO_2e}\text{/kWh}_{th}]$$

Die Werte von F_{SKM} sind als jährliche Zeitreihen zu dokumentieren. Der Vergleichswert F_{KKM} ist jeweils anzugeben.

16 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>.

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

18 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 dokumentiert werden.

Mittlere Auslastung der CPUs

Zur Bestimmung der mittleren Auslastung einer einzelnen CPU (Mittlere Auslastung CPU_i) 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_i [%]

$$= \frac{\sum_{n=1}^{\text{Messintervalle}} \text{Auslastung CPU}_i \text{ im Messintervall } n}{\text{Anzahl Messintervalle}}$$

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 [%]

$$= \frac{\sum_{i=1}^{\text{Anzahl CPUs}} (\text{CPU Performance}_i * \text{Mittlere Auslastung CPU}_i)}{\sum_{i=1}^{\text{Anzahl CPUs}} \text{CPU Performance}_i}$$

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*¹⁹ an. Vereinfachend kann die CPU-Performance pro CPU auch wie folgt berechnet werden:

$$\text{CPU Performance}_i = \text{Taktfrequenz}_i * \text{Anzahl Prozessorkerne}_i * \text{Anzahl Threads}_i$$

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_i) wie folgt berechnet werden:

Mittlere Auslastung RAM_i [%]

$$= \frac{\sum_{n=1}^{\text{Messintervalle}} \text{Auslastung RAM}_i \text{ im Messintervall } n}{\text{Anzahl Messintervalle}}$$

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

19 Passmark CPU Mark; https://www.cpubenchmark.net/cpu_list.php.

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

Mittlere Auslastung RAM [%]

$$= \frac{\sum_{i=1}^{\text{Anzahl RAM Speichereinheiten}} (\text{RAM Kapazität}_i * \text{Mittlere Auslastung RAM}_i)}{\text{Gesamtkapazität RAM Speichereinheiten}}$$

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_i) wie folgt berechnet:

Mittlere Auslastung Storage_i [%]

$$= \frac{\sum_{n=1}^{\text{Messintervalle}} \text{Auslastung Storage}_i \text{ im Messintervall } n}{\text{Anzahl Messintervalle}}$$

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 [%]

$$= \frac{\sum_{i=1}^{\text{Anzahl Speichersysteme}} (\text{Storage Kapazität}_i * \text{Mittlere Auslastung Storage}_i)}{\text{Gesamtkapazität Storage}}$$

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 [$\sum ssj_ops / \sum power$]

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.²⁰

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

²⁰ 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 ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
A1	Gesamtenergieeffizienz der Server		
A1.1	Die Gesamtenergieeffizienz der Server ($\Sigma \text{ssj_ops} / \Sigma \text{power}$) nach der Methodik SPECpower_ssj2008 ²² liegt bei mindestens 5.000 ssj_ops/W. Die technische Dokumentation enthält Angaben zum Hersteller, Modell, Nennleistung und Gesamtenergieeffizienz des Servers ($\Sigma \text{ssj_ops} / \Sigma \text{power}$) berechnet nach der Methodik SPECpower_ssj2008.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Anbietererklärung und Dokumentation der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz durch Hersteller ²³ oder eigene Messungen (Anlage 1)	☐
A1.2	Die Gesamtenergieeffizienz der Server ($\Sigma \text{ssj_ops} / \Sigma \text{power}$) berechnet nach der Methodik SPECpower_ssj2008 beträgt: _____ ssj_ops/W.	Bewertungskriterium ²⁴ Die Höhe des SPECpower_ssj2008 geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit dem höchsten Wert erhält dabei die volle Punktzahl.	☐

21 Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

22 Methodik nach Standard Performance Evaluation Corporation; http://www.spec.org/power_ssj2008/.

23 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.

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

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
		<u>Nachweis</u> Anbieter- erklärung und Doku- mentation der Berech- nung der Gesamt- energieeffi- zienz durch Hersteller ²⁵ oder eigene Messungen (Anlage 1)	
A1.3	<u>Ausnahmeregelung:</u> Für die Server ist die Methodik SPECpower_ ssj2008 nicht anwendbar.	Falls zutref- fend: Ausschluss- kriterium <u>Nachweis</u> Begründung der Abwei- chung und Dokumenta- tion der Ener- gieeffizienz des Servers nach einer geeigneten Methodik. (Anlage 1)	☐

²⁵ 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 ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
A2	Kältemittel in Kälteanlagen	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 Kältemittel in Kälteanlagen unterscheiden sich je nach Kältebedarf des Rechenzentrums (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten):		
A2 a	Kältebedarf > 50 kW _{th} In den Kälteanlagen werden ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet.	Ausschluss- kriterium	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
A2 b	ODER Kältebedarf $\leq 50 \text{ kW}_{\text{th}}$ <u>Optionale Anforderung:</u> In den Kälteanlagen werden ausschließlich halogenfreie Kältemittel verwendet.	Bewertungskriterium Die Einhaltung dieser Anforderung geht in die Angebotsbewertung ein.	☐
A3	Energieeffizienz des Kühltystems Definition JAZ Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühltystems des Rechenzentrums beschreibt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühltystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge $Q_{\text{th,RZ,a}}$ [MWh_{th}/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühltystems $Q_{\text{el,KS,a}}$ [MWh_{el}/a]. $JAZ = \frac{Q_{\text{th,RZ,a}}}{Q_{\text{el,KS,a}}}$ Weitere Einzelheiten zur Messung und Berechnung des JAZ-Wertes können dem Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühltystems) der Vergabegrundlage „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015 ²⁶, entnommen werden.		
A3.1	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühltystems erfüllt die Anforderung: JAZ > 7	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Anbietererklärung und Nennung der JAZ	☐

²⁶ 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 ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
A3.2	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlturms beträgt: JAZ = _____	Bewertungskriterium Die Höhe der Jahresarbeitszahl (JAZ) geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl. <u>Nachweis</u> Anbietererklärung und Nennung der JAZ	☐
A3.3	Eine der folgenden Methoden zur Messung bzw. Berechnung des JAZ-Wertes wurde gewählt:	Ausschlusskriterium (zutreffende Methode bitte ankreuzen)	☐
A3.3a	Die Berechnung erfolgt: auf der Grundlage von Messungen über einen Zeitraum von 12 Monaten gemäß Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlturms) der Vergabegrundlage „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015 bestimmt,	Dokumentation der Berechnung durch Messung (Anlage 3)	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
A3.3b	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,	Dokumentation der Berechnung durch Planungsdaten (Anlage 3)	☐
A3.3c	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 Kühlturms damit berechnet.	Dokumentation der Berechnung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 3)	☐
A3.4	ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen) <u>Ausnahmeregelung für Sorptionskältemaschinen:</u> 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 Kühlturms) der Vergabegrundlage „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015, bestimmt.	Anbietererklärung	☐
A3.5	Die spezifischen Treibhausgasemissionen (F_{SKM}) erfüllen die Anforderung: $F_{SKM} < 0,09 \text{ kg}_{CO_2e}/\text{kWh}_{th}$ Die mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen (F_{SKM}) betragen: $F_{SKM} = \text{_____} \text{ kg}_{CO_2e}/\text{kWh}_{th}$	Ausschlusskriterium	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
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: $JAZ = \frac{0,6149}{F_{SKM} [\text{kg CO}_2\text{e}/\text{kWh}_{\text{th}}]}$ JAZ = _____	Bewertungskriterium Die Höhe der generischen Jahresarbeitszahl (JAZ) geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl. <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung (Anlage 3)	□

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)															
A4	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) Die Wirkungsgrade der Unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) erfüllen alle nachfolgenden Anforderungen: <table><tr><th>Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung</th><th>Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)</th><th>Anforderung (Ausschlusskriterien)</th></tr><tr><td>100 %</td><td>$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{100} \geq 92\%$</td></tr><tr><td>75 %</td><td>$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{75} \geq 93\%$</td></tr><tr><td>50 %</td><td>$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{50} \geq 92\%$</td></tr><tr><td>25 %</td><td>$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{25} \geq 90\%$</td></tr></table> Ein Messprotokoll nach DIN EN 62040 (oder der zum Zeitpunkt der Errichtung der USV-Anlage gültigen Messnorm) des USV-Herstellers oder eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors muss beigefügt werden.	Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)	100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 92\%$	75 %	$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{75} \geq 93\%$	50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 92\%$	25 %	$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{25} \geq 90\%$	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Dokumentation der Wirkungsgrade und Messprotokoll (Anlage 4)	□
Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)																
100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 92\%$																
75 %	$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{75} \geq 93\%$																
50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 92\%$																
25 %	$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{25} \geq 90\%$																

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)												
A5	Energieeffiziente Netzteile														
	Netzteile sowie in IT-Komponenten verbaute Netzteile, die nicht in den Geltungsbereich der EG-Verordnung Nr. 278/2009 fallen, entsprechen – bezogen auf die Energieeffizienz – mindestens den Anforderungen des Energieeffizienzstandards 80 PLUS GOLD ²⁷. <u>Wahlweise</u> (bitte zutreffendes ankreuzen): ☐ Bei den Netzteilen handelt es sich um externe Netzteile, die in den Geltungsbereich der EG-Verordnung Nr. 278/2009 fallen und für die die EG-Verordnung Ökodesign-Anforderungen an die Leistungsaufnahme bei Nulllast sowie an die durchschnittliche Effizienz im Betrieb festlegt. ☐ Die Netzteile sind mit folgendem Energieeffizienzstandard gekennzeichnet: _____	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Anbietererklärung													
A5.1															
	Die Netzteile weisen folgende Wirkungsgrade auf: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung</th> <th>Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)</th> <th>Anforderung (Ausschlusskriterien)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20 %</td> <td>$\eta_{20} = \underline{\hspace{2cm}}$</td> <td>$\eta_{20} \geq 90\%$</td> </tr> <tr> <td>50 %</td> <td>$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$</td> <td>$\eta_{50} \geq 92\%$</td> </tr> <tr> <td>100 %</td> <td>$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$</td> <td>$\eta_{100} \geq 89\%$</td> </tr> </tbody> </table>	Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)	20 %	$\eta_{20} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{20} \geq 90\%$	50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 92\%$	100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 89\%$	Anbietererklärung	☐
Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)													
20 %	$\eta_{20} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{20} \geq 90\%$													
50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 92\%$													
100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 89\%$													
A5.2															

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

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²¹ (vom Bieter auszufüllen)
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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Anbietererklärung und Nennung der Verlustleistungen der im Rechenzentrum 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.²⁸

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²⁹ (vom Bieter auszufüllen)
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		

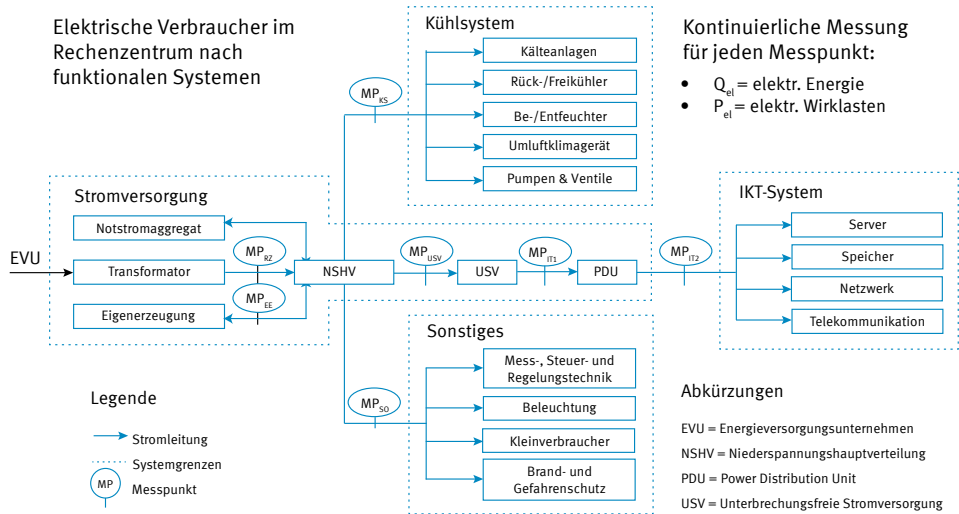
²⁸ Vgl. § 31 VgV 2016; Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung – VgV) in der Fassung der Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergMod-VO) vom 12. April 2016 (BGBl. Jg. 2016 Teil I Nr. 16, S. 624).

²⁹ Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

³⁰ Die einzelnen Messpunkte können auch durch mehrere Messstellen oder durch Referenzmessungen realisiert werden, die es ermöglichen, die jeweiligen Messergebnisse rechnerisch zu ermitteln. Falls dies der Fall ist, gelten die Anforderungen ebenfalls als erfüllt.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ²⁹ (vom Bieter auszufüllen)
A1.1	MP _{RZ} : Messpunkt Gesamtenergie Rechenzentrum: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des gesamten Rechenzentrums	Ausschlusskriterium	☐
A1.2	MP _{EE} : Messpunkt Eigenerzeugung: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des selbst erzeugten Stroms (sofern vorhanden)	Ausschlusskriterium	☐
A1.3	MP _{KS} : Messpunkt Kühlsystem: elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühlsystems (Kälteanlagen, Rück-/ Freikühler, Be-/ Entfeuchter, Umluftklimageräte, Pumpen und Ventile)	Ausschlusskriterium	☐
A1.4	MP _{USV} : Messpunkt USV: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Eingang der unterbrechungsfreien Stromversorgung	Ausschlusskriterium	☐
A1.5	MP _{IT1} : Messpunkt Informationstechnik 1: elektrische Leistung und elektrische Arbeit am Ausgang der unterbrechungsfreien Stromversorgung	Ausschlusskriterium	☐
A1.6	MP _{IT2} : Messpunkt Informationstechnik 2: elektrische Leistung und elektrische Arbeit zur Versorgung des IKT-Systems	Ausschlusskriterium	☐
A1.7	MP _{SO} : Messpunkt Sonstige Energieverbraucher: elektrische Leistung und elektrische Arbeit der sonstigen Energieverbraucher (z.B. Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Beleuchtung, Kleinverbraucher, Brand- und Gefahrenschutzeinrichtungen)	Ausschlusskriterium	☐

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.³¹

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ³² (vom Bieter auszufüllen)
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 2015³³ entnommen werden.		

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

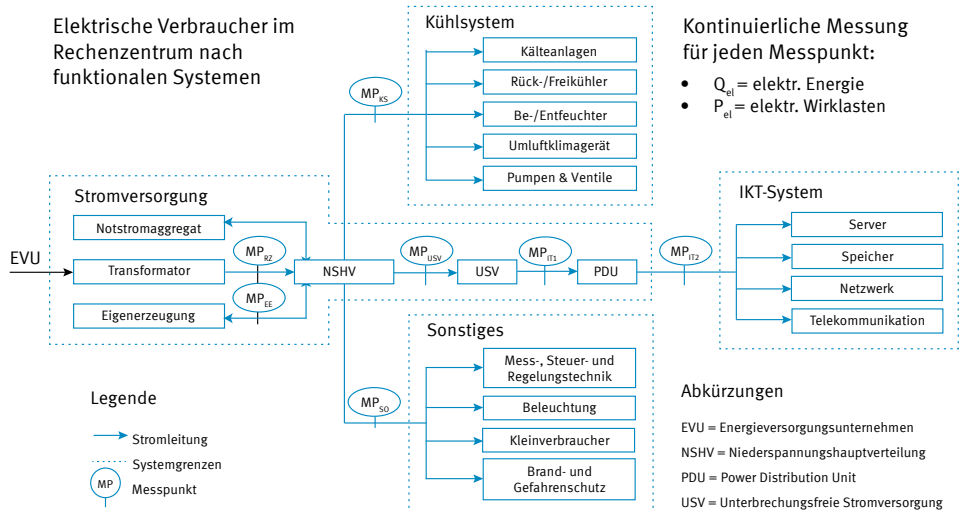
32 Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

33 Kriterien für die Vergabe des Umweltzeichens 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 auszufüllen)
	Der Anbieter erklärt, dass er bei der Auftragsausführung zur Durchführung eines Energie-Monitorings folgende Werte mindestens jährlich ermittelt:	<u>Nachweis</u> Anbieter-erklärung	
V1.1	• Energy Usage Effectiveness (EUE)	Ausschlusskriterium	☐
V1.2	• Jahresarbeitszahl Kühlturbine (JAZ)	Ausschlusskriterium	☐
	Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt (Anordnung und Bezeichnung der Messpunkte vgl. Abbildung 1):	<u>Nachweis</u> Anbieter-erklärung	☐
V1.3	• Strombedarf RZ gesamt ($MP_{RZ} + MP_{EE}$) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.4	• Spitzenlast RZ gesamt ($MP_{RZ} + MP_{EE}$) [kW_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.5	• Strombedarf IT (MP_{IT2}) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.6	• Spitzenlast IT (MP_{IT2}) [kW_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.7	• Strombedarf Kühlturbine (MP_{KS}) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.8	• Spitzenlast Kühlturbine (MP_{KS}) [kW_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.9	• Strombedarf USV (Verluste) ($MP_{USV} - MP_{IT1}$) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.10	• Strombedarf PDU (Verluste) ($MP_{IT1} - MP_{IT2}$) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐
V1.11	• Strombedarf Sonstiges (MP_{SO}) [kWh_{el}]	Ausschlusskriterium	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ³² (vom Bieter auszufüllen)
V1.12	Kühllast RZ gesamt [kWh_{th}] 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):	Ausschlusskriterium <u>Nachweis</u> Anbietererklärung	☐
V1.13	Mittlere Auslastung CPUs [%]	Ausschlusskriterium	☐
V1.14	Mittlere Auslastung RAM [%]	Ausschlusskriterium	☐
V1.15	Mittlere Auslastung Storage [%]	Ausschlusskriterium	☐
V2	Jährlicher Monitoring-Bericht		
V2.1	Bei Auftragserteilung wird spätestens nach 14 Monaten und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von 12 Monaten (jährlich) ein Monitoring-Bericht vorgelegt, in dem die unter Ziffer A1 genannten Messwerte monatlich aufgeschlüsselt und als Jahreswerte dargestellt sind.	Ausschlusskriterium	☐
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).	Ausschlusskriterium	☐

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 Engel vorhanden?

Das Rechenzentrum, in dem die Dienstleistung angeboten wird, ist mit dem Umweltzeichen Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb (RAL-UZ 161)³⁴, zertifiziert.

Zeichenbenutzungsvertrag Nr.: _____

Nachweis: Kopie der Zertifizierungsurkunde

Wenn dies der Fall ist, dann können weitere Dokumente (Anlagen) zum Nachweis der Einhaltung der im nachfolgenden Fragebogen genannten Kriterien entfallen. Die im Fragebogen abgefragten Werte müssen jedoch angegeben und durch den Anbieter bestätigt werden.



Gleichwertiges Gütezeichen vorhanden?

Das Rechenzentrum, in dem die Dienstleistung angeboten wird, ist mit einem gleichwertigen Gütezeichen zertifiziert.

Bezeichnung des Gütezeichens: _____

Wenn dies der Fall ist, so kann der Anbieter gemäß § 34 VgV³⁵ das gleichwertige Gütezeichen alternativ vorlegen. Anhand des nachfolgenden Fragebogens und den dort geforderten Anlagen muss der Anbieter darlegen, dass die Gleichwertigkeit gegeben ist.



Kein gleichwertiges Gütezeichen vorhanden?

Das Rechenzentrum ist weder mit dem Umweltzeichen Blauer Engel für Energieeffizienten Rechenzentrumsbetrieb noch mit einem gleichwertigen Gütezeichen gekennzeichnet.

Anhand des nachfolgenden Fragebogens und den dort geforderten Anlagen muss der Anbieter darlegen, dass die Dienstleistung die dort genannten Kriterien erfüllt.



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

³⁵ 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.³⁶

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

³⁶ 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).

³⁷ Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

³⁸ DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

³⁹ Verordnung (EG) Nr. 121/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Nov. 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem 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

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
A1	Zeitpunkte der Inbetriebnahme des Rechenzentrums 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 (Δt_{RZ}) nennen: Zeitpunkt Angebotslegung: _____ (Monat/Jahr) Inbetriebnahme Rechenzentrum: _____ (Monat/Jahr) Alter des Rechenzentrums (Δt_{RZ}): _____ (Monate)	Anbieter- erklärung	☐

⁴⁰ Vgl. § 31 VgV 2016.

⁴¹ Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)												
A2	Energy Usage Effectiveness (EUE) Definition EUE Die Energy Usage Effectiveness (EUE) ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Rechenzentrums und wird als Verhältnis des innerhalb eines Jahres gemessenen Strombedarfs des gesamten Rechenzentrums ($Q_{el,EVU,a} + Q_{el,EE,a}$ [kWh_{el}/a]) zu dem Strombedarf der Informationstechnik ($Q_{el,IT,a}$ [kWh_{el}/a]) über einen Zeitraum von 12 Monaten berechnet. Weitere Einzelheiten zur Messung der Stromverbräuche, zur Anordnung der Messpunkte und zur Berechnung des EUE können dem Anhang A (Messkonzept) der Vergabegrundlage „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ (RAL-UZ 161), Ausgabe Februar 2015⁴², entnommen werden.														
A2.1	Die Energy Usage Effectiveness (EUE) des Rechenzentrums erfüllt die folgenden Anforderungen: <table> <tr> <th>Auswahl</th> <th>Inbetriebnahme des Rechenzentrums</th> <th>Anforderung EUE</th> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{RZ} \leq 12$ Monate)</td> <td>EUE $\leq 1,4$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate $< \Delta t_{RZ} < 60$ Monate)</td> <td>EUE $\leq 1,6$</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{RZ} \geq 60$ Monate)</td> <td>EUE $\leq 1,8$</td> </tr> </table>	Auswahl	Inbetriebnahme des Rechenzentrums	Anforderung EUE	☐	vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{RZ} \leq 12$ Monate)	EUE $\leq 1,4$	☐	vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate $< \Delta t_{RZ} < 60$ Monate)	EUE $\leq 1,6$	☐	vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{RZ} \geq 60$ Monate)	EUE $\leq 1,8$	Ausschlusskriterium ⁴³	☐
Auswahl	Inbetriebnahme des Rechenzentrums	Anforderung EUE													
☐	vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{RZ} \leq 12$ Monate)	EUE $\leq 1,4$													
☐	vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate $< \Delta t_{RZ} < 60$ Monate)	EUE $\leq 1,6$													
☐	vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{RZ} \geq 60$ Monate)	EUE $\leq 1,8$													

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

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

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
A2.2	Die Energy Usage Effectiveness (EUE) des Rechenzentrums beträgt: EUE = ____	Bewertungskriterium ⁴⁴ Die Höhe des EUE geht in die Angebotsbewertung 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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung durch Messung (Anlage 1)	☐
	<u>ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen):</u> <u>Ausnahmeregelung für neue Rechenzentren:</u> 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 Optionen sind nur als Ausnahme bei neuen Rechenzentren ($\Delta t_{\text{RZ}} \leq 12$ Monate) anwendbar	

⁴⁴ 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 ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> 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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 1)	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
A3	Zeitpunkte der Inbetriebnahme des Kühltystems Als Kühltystem 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 Kühltystem unterscheiden sich je nach Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass neuere Kühltysteme aufgrund des technischen Fortschritts effizientere Technik einsetzen können. Der Weiterbetrieb älterer Kühltysteme bietet aber aus Ressourcenschutzgründen Umweltvorteile, die durch die Energieeffizienzkennzahlen nicht abgedeckt sind. Der Anbieter muss daher Angaben zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Kühltystems machen und das Alter des Kühltystems zum Zeitpunkt der Angebotslegung (Δt_{KS}) nennen: Zeitpunkt Angebotslegung: ____ (Monat/Jahr) Inbetriebnahme Kühltystem: ____ (Monat/Jahr) Alter des Kühltystems (Δt_{KS}): ____ (Monate)		☐
		Anbieter- erklärung	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)												
A4.1	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlturms erfüllt die nachfolgend genannten Anforderungen:														
	<table> <tr> <th>Auswahl</th> <th>Inbetriebnahme des Kühlturms</th> <th>Anforderung JAZ</th> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{KS} \leq 12$ Monate)</td> <td>JAZ > 7</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt_{KS} < 60 Monate)</td> <td>JAZ > 5</td> </tr> <tr> <td>☐</td> <td>vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{KS} \geq 60$ Monate)</td> <td>JAZ > 3,5</td> </tr> </table>	Auswahl	Inbetriebnahme des Kühlturms	Anforderung JAZ	☐	vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{KS} \leq 12$ Monate)	JAZ > 7	☐	vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt_{KS} < 60 Monate)	JAZ > 5	☐	vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{KS} \geq 60$ Monate)	JAZ > 3,5	Ausschlusskriterium	☐
	Auswahl	Inbetriebnahme des Kühlturms	Anforderung JAZ												
	☐	vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{KS} \leq 12$ Monate)	JAZ > 7												
☐	vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren (12 Monate < Δt_{KS} < 60 Monate)	JAZ > 5													
☐	vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{KS} \geq 60$ Monate)	JAZ > 3,5													
A4.2	Die Jahresarbeitszahl (JAZ) des Kühlturms beträgt: JAZ = _____	Bewertungskriterium Die Höhe der Jahresarbeitszahl (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 ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung durch Messung (Anlage 2)	☐
	<u>ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen)</u> <u>Ausnahmeregelung für neue Rechenzentren:</u> 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 Optionen sind nur als Ausnahme bei neuen Rechenzentren ($\Delta t_{\text{RZ}} \leq 12$ 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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung durch Planungsdaten (Anlage 2)	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung durch Messung auf Grundlage von Lasttests (Anlage 2)	☐
A4.4	<u>ODER (falls zutreffend, bitte ankreuzen)</u> <u>Ausnahmeregelung für Sorptionskältemaschinen:</u> 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.	Anbietererklärung	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
A4.5	Die spezifischen Treibhausgasemissionen (F_{SKM}) erfüllen die nachfolgend genannten Anforderungen:		☐
	Auswahl	Inbetriebnahme des Kältsystems	
	☐	vor maximal 12 Monaten ($\Delta t_{KS} \leq 12$ Monate)	
	☐	vor mehr als 12 Monaten und weniger als 5 Jahren ($12 \text{ Monate} < \Delta t_{KS} < 60$ Monate)	
	☐	vor 5 Jahren oder mehr ($\Delta t_{KS} \geq 60$ Monate)	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
A4.6	Die mit der Kälteerzeugung verbundenen spezifischen Treibhausgasemissionen (F_{SKM}) betragen: $F_{SKM} = \text{_____ kg}_{CO2e}/kWh_{th}$	Anbietererklärung <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung (Anlage 2)	☐
A4.7	Dies entspricht gemäß der Berechnungsvorschrift in Anhang B (Bestimmung der Kennzahlen des Kühlturms) 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 = _____	Bewertungskriterium Die Höhe der generischen Jahresarbeitszahl (JAZ) geht in die Angebotsbewertung ein. Das Angebot mit der höchsten JAZ erhält dabei die volle Punktzahl. <u>Nachweis:</u> Dokumentation der Berechnung (Anlage 2)	☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)															
A5	Unterbrechungsfreie Stromversorgung Die Wirkungsgrade der Unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) erfüllen alle nachfolgenden Anforderungen: <table><tr><th>Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung</th><th>Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)</th><th>Anforderung (Ausschlusskriterien)</th></tr><tr><td>100 %</td><td>$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{100} \geq 90 \%$</td></tr><tr><td>75 %</td><td>$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{75} \geq 85 \%$</td></tr><tr><td>50 %</td><td>$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{50} \geq 80 \%$</td></tr><tr><td>25 %</td><td>$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$</td><td>$\eta_{25} \geq 80 \%$</td></tr></table> Ein Messprotokoll nach DIN EN 62040 (oder der zum Zeitpunkt der Errichtung der USV-Anlage gültigen Messnorm) des USV-Herstellers oder eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors ist beigefügt.	Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)	100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 90 \%$	75 %	$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{75} \geq 85 \%$	50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 80 \%$	25 %	$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{25} \geq 80 \%$	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Messprotokoll (Anlage 3)	
Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung	Wirkungsgrad (Ist-Wert) (bitte ausfüllen)	Anforderung (Ausschlusskriterien)																
100 %	$\eta_{100} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{100} \geq 90 \%$																
75 %	$\eta_{75} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{75} \geq 85 \%$																
50 %	$\eta_{50} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{50} \geq 80 \%$																
25 %	$\eta_{25} = \underline{\hspace{2cm}}$	$\eta_{25} \geq 80 \%$																
A6	Elektrische Energie																	
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: <u> </u> %.	Ausschlusskriterium																

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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 CO₂-Emissionen des im Rechenzentrum eingesetzten Stroms betragen: _____ kg_{CO2e}/kWh_{el}	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> Anbietererklärung und Stromkennzeichnung nach § 42 des Energiewirtschaftsgesetzes⁴⁵ (Anlage 4)	☐
A7	Kältemittel in Kälteanlagen		
A7.1	<u>Kühlleistung:</u> Der Kältebedarf des Rechenzentrums (entspricht der elektrischen Anschlussleistung der zu kühlenden Rechenzentrums-Komponenten) beträgt: _____ kW_{th} <u>Inbetriebnahme:</u> Die Inbetriebnahme der Kälteanlage erfolgte: _____ (Monat/Jahr) <u>Kältemittel:</u> Es werden folgende Kältemittel eingesetzt: _____	Anbietererklärung	☐

⁴⁵ 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 ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)		
A7.2	<u>Fallunterscheidung:</u>		Anbieter- erklärung		
	Auswahl	Kältebedarf		Jahr der Inbetriebnahme	Anwendung der Ziffer
	☐	> 50 kW _{th}		< 2013	A7.2a
	☐	> 50 kW _{th}		≥ 2013	A7.2b
	☐	≤ 50 kW _{th}	unabhängig	A7.2c	
A7.2a	<u>Kältebedarf > 50 kW_{th};</u> <u>Jahr der Inbetriebnahme < 2013</u> In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechenzentrums ausschließlich <i>chlorfreie</i> Kältemittel eingesetzt.		Ausschlusskriterium	☐	
A7.2b	<u>Kältebedarf > 50 kW_{th};</u> <u>Jahr der Inbetriebnahme ≥ 2013</u> In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechenzentrums ausschließlich <i>halogenfreie</i> Kältemittel eingesetzt.		Ausschlusskriterium	☐	
A7.2c	<u>Kältebedarf ≤ 50 kW_{th};</u> <u>unabhängig vom Jahr der Inbetriebnahme</u> <u>Optionale Anforderung:</u> In Kälteanlagen werden zur Kühlung des Rechenzentrums ausschließlich halogenfreie Kältemittel eingesetzt.		Bewertungskriterium Die Einhaltung dieser Anforderung geht in die Angebotsbewertung ein. Halogenfreie Kältemittel werden mit der vollen Punktzahl gewertet.	☐	

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴¹ (vom Bieter auszufüllen)
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 beigelegt. 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.	Ausschlusskriterium <u>Nachweis:</u> IT-Inventarliste (Anlage 5) Eine Tabellenvorlage für die IT-Inventarliste kann der Anlage 2a der Vergabegrundlage „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“ (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 ⁴⁷ (vom Bieter auszufüllen)
V1	Virtualisierung von Servern		
	Im Rechenzentrum wird Servervirtualisierung eingesetzt. (falls anwendbar ⁴⁸)	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	☐
	<u>ODER:</u> Für den angebotenen Rechenzentrumsbetrieb ist eine Servervirtualisierung nicht möglich bzw. nicht sinnvoll.	Anbieter- erklärung <u>Nachweis:</u> Schriftliche Begründung (Anlage 6)	☐

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

47 Als Nachweis sind die jeweils unter Anmerkung genannten Dokumente dem ausgefüllten Fragebogen beizufügen.

48 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 ⁴⁷ (vom Bieter auszufüllen)
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 Rechenzentrums, zur Auslastung der Server und des Speichersystems erfasst und ausgewertet werden. Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens jährlich ermittelt: • Energy Usage Effectiveness (EUE) • Jahresarbeitszahl Kühlturm (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_{el}] • Strombedarf IT (MP_{IT}) [kWh_{el}]	Anbietererklärung	☐ ☐

Ziffer	Kriterium	Anmerkung	Kriterium erfüllt und Nachweis erbracht ⁴⁷ (vom Bieter auszufüllen)
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 energie- und 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)

⁴⁹ 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



[/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)



[/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autoren:

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

Umweltbundesamt

Gestaltung:

KOMAG mbH Berlin

Link zur Publikation:

[https://www.umweltbundesamt.de/
publikationen](https://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

Bildquellen:

Titelbild: © tiero/Fotolia.com

Stand: November 2016

The first part of the paper discusses the importance of the research and the objectives of the study. It highlights the need for a comprehensive understanding of the subject matter and the role of the researcher in this process. The second part of the paper presents the methodology used in the study, including the selection of participants, the data collection methods, and the analysis techniques. The third part of the paper discusses the results of the study and the conclusions drawn from the data. The final part of the paper provides a summary of the findings and discusses the implications for future research.

The research was conducted in a systematic and rigorous manner, following the principles of scientific inquiry. The data was collected from a representative sample of the population, and the results were analyzed using statistical methods. The findings of the study are presented in a clear and concise manner, and the conclusions are based on the evidence presented in the data.

The study has several limitations, including the small sample size and the potential for bias. However, the results are consistent with previous research, and the findings are of interest to the field. The study also has several strengths, including the use of a representative sample and the application of statistical methods.

The study has several implications for future research. First, it highlights the need for a comprehensive understanding of the subject matter. Second, it suggests that further research is needed to explore the relationship between the variables studied. Third, it suggests that the findings of the study may be applicable to other contexts.

In conclusion, the study has provided a comprehensive understanding of the subject matter and has identified several areas for future research. The findings of the study are of interest to the field and have several implications for future research.