

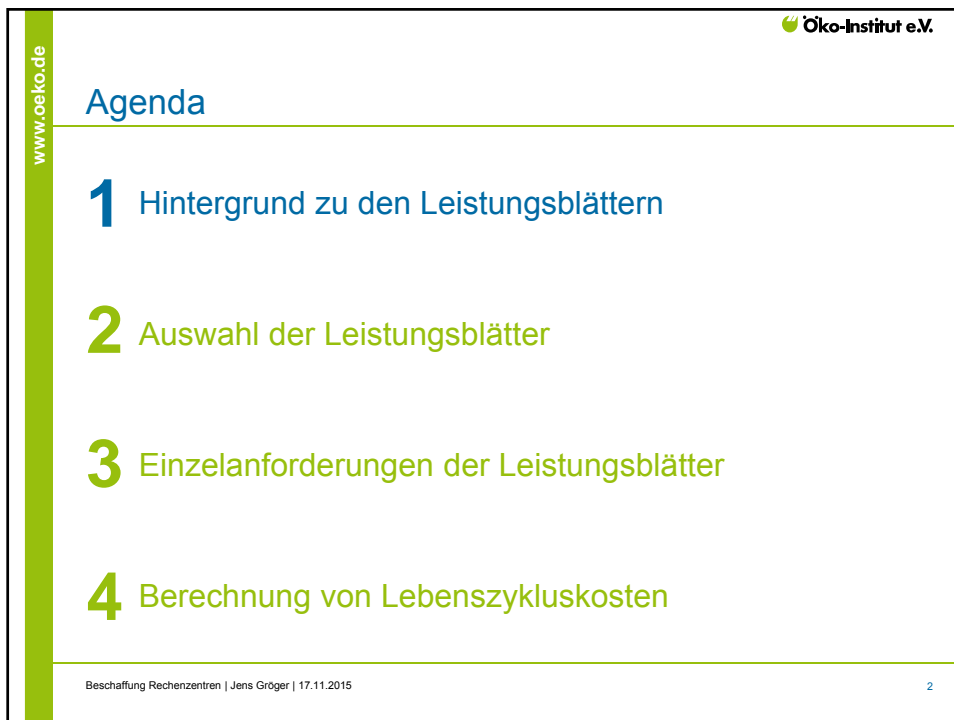
www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Umweltfreundliche Beschaffung von Produkten für Rechenzentren und Serverräume sowie IT-Dienstleistungen

Jens Gröger, Öko-Institut e.V.
Schulungen zu neuen Leistungsblättern der VwVBU
Berlin, 17. November 2015

Foto (cc)
Tom Raftery



www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Agenda

- 1 Hintergrund zu den Leistungsblättern
- 2 Auswahl der Leistungsblätter
- 3 Einzelanforderungen der Leistungsblätter
- 4 Berechnung von Lebenszykluskosten

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015

2

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Blauer Engel für Rechenzentrumsbetrieb



- RAL-UZ 161 „Energiebewusster Rechenzentrumsbetrieb“
 - Laufzeit: 2012 bis Ende 2015
 - Derzeit 6 Zeichennehmer
 - <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentrum>
 - Grundlage für Berliner Leistungsblatt Rechenzentren
- RAL-UZ 161 „Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb“
 - Erweiterung der bestehenden Vergabegrundlage um weitere Anforderungen
 - Laufzeit: 2015 bis 2018
 - Derzeit noch keine Zeichennehmer, mehrere Antragsteller
 - <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/buero/rechenzentren>

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 3

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Agenda

- 1 Hintergrund zu den Leistungsblättern
- 2 Auswahl der Leistungsblätter
- 3 Einzelanforderungen der Leistungsblätter
- 4 Berechnung von Lebenszykluskosten

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 4

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Auswahl der Leistungsblätter

- VwVBU enthält 4 Leistungsblätter für Rechenzentren:
 - Rechenzentrums-Hardware
 - Installation von Messtechnik
 - Energie-Monitoring in Rechenzentren
 - Rechenzentrumsbetrieb
- Kombination der Fragebögen je nach zu beauftragender Leistung:
 - Errichtung von Hardware
 - Betrieb von eigenen oder fremden Rechenzentren
 - Bereitstellung von RZ-Dienstleistungen
- Typische Beschaffungsgegenstände werden beschrieben und den Anbieterfragebögen zugeordnet
- Andere Kombinationen ebenfalls möglich

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 5

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Auswahl der Leistungsblätter - Hardware

Beschreibung Beschaffungsgegenstand	Zu verwendende Leistungsblätter
a) Errichtung oder Modernisierung eines Rechenzentrums oder eines Serverraumes. Der <u>Auftraggeber ist der Eigentümer</u> der Räume, der Gebäudetechnik und der Rechenzentrums-Hardware und <u>betreibt diese selbst</u> .	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Rechenzentrums-Hardware • 2. Installation von Messtechnik
b) Erweiterung eines Rechenzentrums oder eines Serverraumes. Der <u>Auftraggeber ist Eigentümer</u> der Räume, der Gebäudetechnik und der Rechenzentrums-Hardware und <u>betreibt diese selbst</u> .	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Rechenzentrums-Hardware
c) Beschaffung von Hardware zum Einsatz in einem <u>externen Rechenzentrum</u> (z.B. bei einem Colocation Provider).	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Rechenzentrums-Hardware

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 6

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Auswahl der Leistungsblätter - Dienstleistungen

Beschreibung Beschaffungsgegenstand	Zu verwendende Leistungsblätter
<p>d) Betrieb eines bestehenden Rechenzentrums oder eines bestehenden Serverraumes <u>durch einen externen Dienstleister</u>. Der Auftraggeber ist der Eigentümer der Räume, der Gebäudetechnik und der Rechenzentrums-Hardware. Der Dienstleister stellt das Personal (Outsourcing des IT-Services).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2. Installation von Messtechnik • 3. Energie-Monitoring
<p>e) Bereitstellung von externer Rechenzentrumsfläche inklusive Infrastruktur (Stromversorgung, Kühlsystem, Netzwerk-Anbindung u.a.) und von IT-Systemen (Colocation Provider, Hosting). Der <u>Dienstleister stellt sein eigenes Rechenzentrum zur Verfügung</u> und betreibt auf dieser Fläche die Hardware des Auftraggebers (z.B. Server und Speichersysteme).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 4. Rechenzentrumsbetrieb
<p>f) Datenverarbeitungs-Dienstleistung (z.B. DV-Verfahren) in einem externen Rechenzentrum (Managed Service Provider, Outsourcing / Outtasking der IT Dienstleistung). Der <u>Dienstleister ist sowohl Eigentümer</u> der Rechenzentrums-Infrastruktur als auch der dort installierten Hardware.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 4. Rechenzentrumsbetrieb

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 7

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Agenda

- 1** Hintergrund zu den Leistungsblättern
- 2** Auswahl der Leistungsblätter
- 3** Einzelanforderungen der Leistungsblätter
- 4** Berechnung von Lebenszykluskosten

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 8

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 1: Rechenzentrums-Hardware



Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015

9

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 1: Rechenzentrums-Hardware (1)

Energieeffizienz der Server

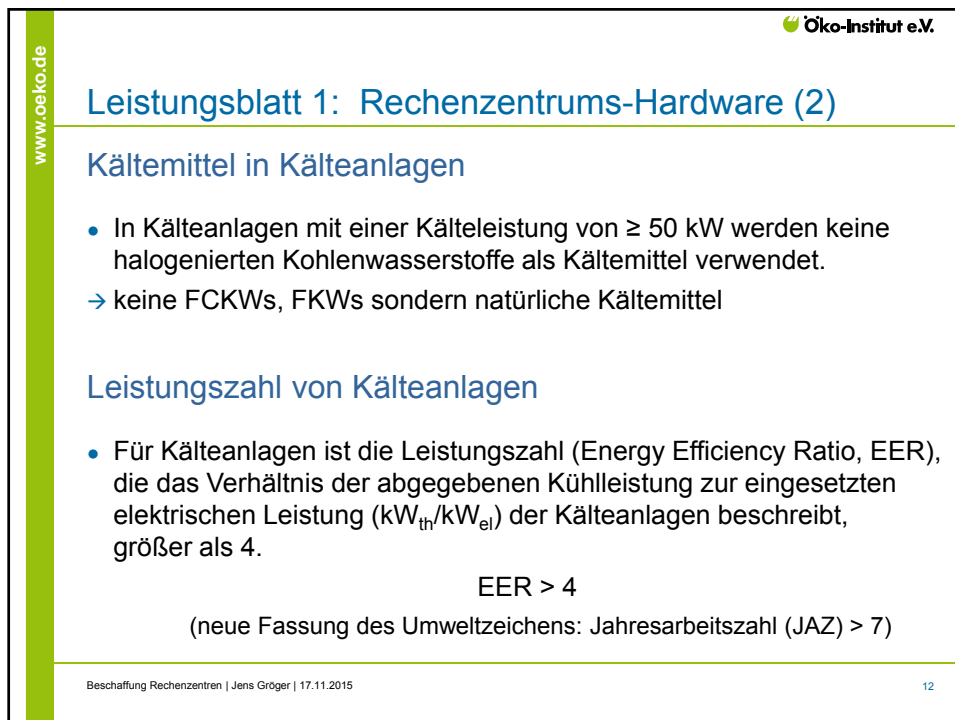
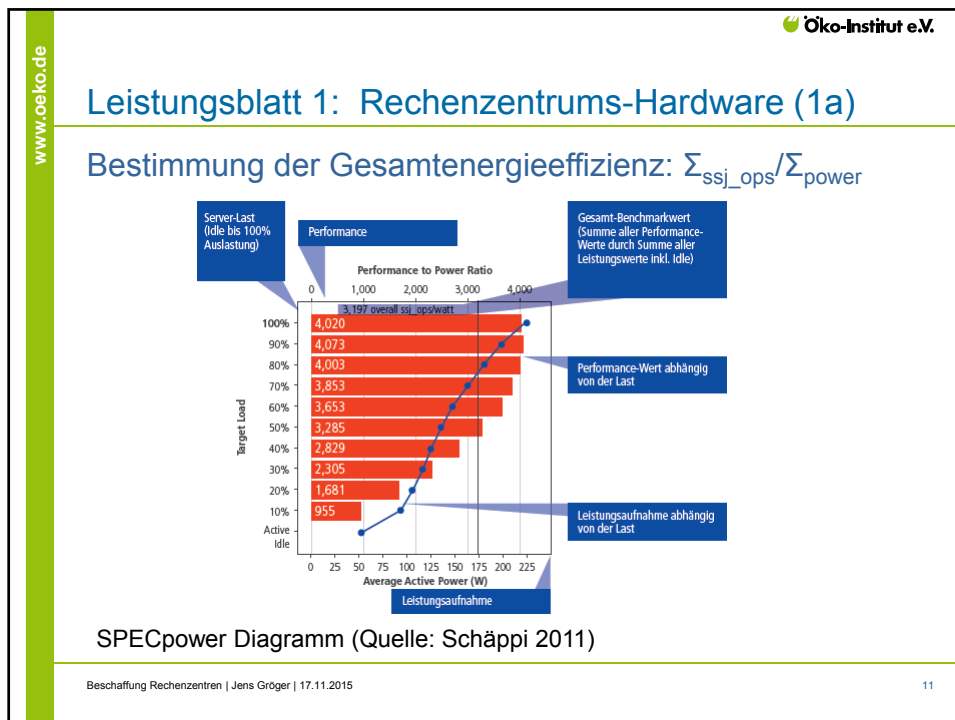
- Die Energieeffizienz der Server wird nach der Methodik SPECpower_ssj2008 (Standard Performance Evaluation Corporation SPEC, http://www.spec.org/power_ssj2008/) in der jeweils aktuellen Version als Verhältnis der Summe der Rechenschritte ($\Sigma_{\text{ssj_ops}}$) zur Summe der Leistungsaufnahmen (Σ_{power}) ermittelt.
- Der Gesamtenergieeffizienzwert der Server ($\Sigma_{\text{ssj_ops}} / \Sigma_{\text{power}}$) weist einen Wert von mindestens 2.000 ssj_ops/W auf.

Gesamtenergieeffizienz: $\Sigma_{\text{ssj_ops}} / \Sigma_{\text{power}} \geq 2.000 \text{ ssj_ops/W}$

(neue Fassung des Umweltzeichens: $\geq 5.000 \text{ ssj_ops/W}$)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015

10



Leistungsblatt 1: Rechenzentrums-Hardware (3)

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

- Der Wirkungsgrad der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (Standby-USV) im Normalbetrieb erreicht folgende Mindestwerte:

Lastzustand USV (Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung)	Anforderung Wirkungsgrad USV
100%	≥ 90%
75%	≥ 85%
50%	≥ 80%
25%	≥ 80%

Leistungsblatt 2: Installation von Messtechnik



Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 2: Installation von Messtechnik (1)

Einrichtung von Messpunkten

- 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 ist ein Messkonzept erforderlich, in dem mindestens die nachfolgenden Messpunkte enthalten sind.
- Die einzelnen Messpunkte können dabei auch durch mehrere Messstellen realisiert werden, die es ermöglichen, die jeweiligen Messergebnisse rechnerisch zu ermitteln.

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 15

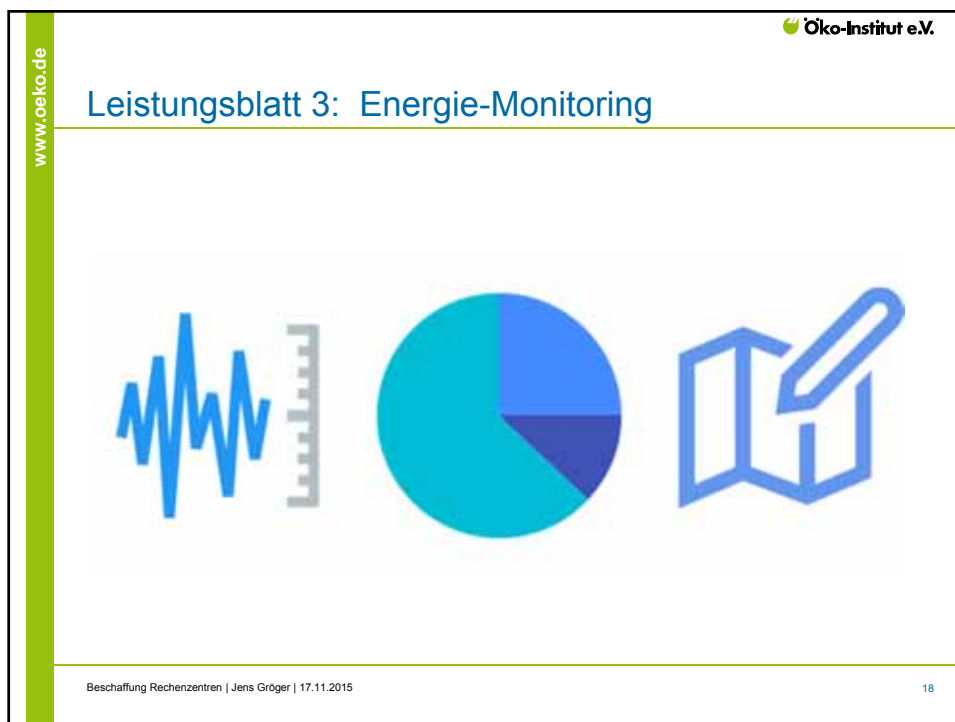
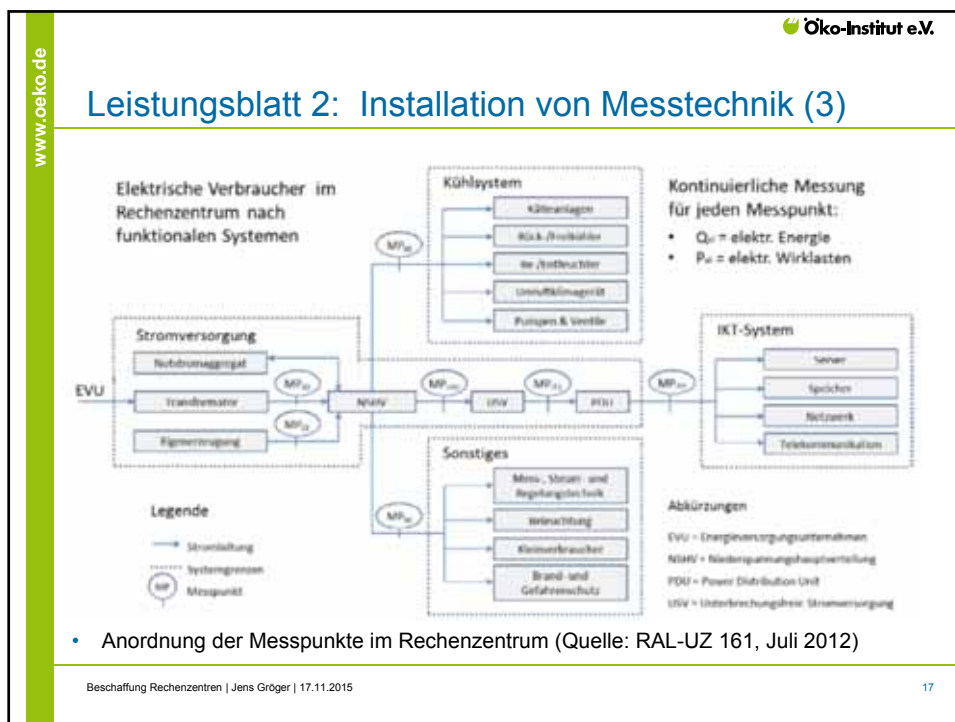
Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 2: Installation von Messtechnik (2)

- **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 Kühlsystem:** elektrische Leistung und elektrische Arbeit des Kühlsystems (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)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 16



Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 3: Energie-Monitoring (1)

Energie-Monitoring

- Es ist ein Energie-Monitoring durchzuführen, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums, zur Auslastung der Server, des Speichersystems und des Netzwerks erfasst und ausgewertet werden.
- Folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring mindestens monatlich ermittelt:

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 19

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 3: Energie-Monitoring (2)

- Strombedarf RZ gesamt ($MP_{EVU} + MP_{EE}$) [kWh_{ei}]
- Spitzenlast RZ gesamt ($MP_{EVU} + MP_{EE}$) [kW_{ei}]
- Strombedarf IT (MP_{IT2}) [kWh_{ei}]
- Spitzenlast IT (MP_{IT2}) [kW_{ei}]
- Strombedarf Kühlsystem (MP_{KS}) [kWh_{ei}]
- Spitzenlast Kühlsystem (MPKS) [kW_{ei}]
- Strombedarf USV (Verluste) ($MP_{USV} - MP_{IT1}$) [kWh_{ei}]
- Strombedarf PDU (Verluste) ($MP_{IT1} - MP_{IT2}$) [kWh_{ei}]
- Strombedarf Sonstiges (MP_{SO}) [kWh_{ei}]
- Kühllast RZ gesamt [kWh_{th}]
- Mittlere Auslastung CPU [%]
- Mittlere Auslastung RAM [%]
- Auslastung Storage/ Plattenplatz [%]
- Auslastung Bandbreite Netzwerk [%]
- Energy Usage Effectiveness (EUE)
- Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 20

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 3: Energie-Monitoring (3)

Wichtige Performance-Kennzahlen

Energy Usage Effectiveness (EUE)

- Die Energy Usage Effectiveness (EUE) als Maß für die Energieeffizienz eines Rechenzentrums 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 zwölf Monaten berechnet.

Jahresarbeitszahl Kühltssystem (JAZ)

- Erläuterung: Die Jahresarbeitszahl des Kühltssystem (JAZ) stellt das Verhältnis der innerhalb eines Jahres (12 Monate) vom Kühltssystem aus dem Rechenzentrum abzuführende Wärmemenge $Q_{th,RZ,a}$ [kWh_{th}/a] zur dazu eingesetzten elektrischen Arbeit des gesamten Kühltssystem $Q_{el,Kühltssystem,a}$ [kWh_{el}/a] dar.

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 21

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 3: Energie-Monitoring (4)

Jährlicher Monitoring-Bericht


- Spätestens 14 Monate nach Auftragserteilung und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von zwölf Monaten (jährlich) ist ein Monitoring-Bericht vorzulegen, in dem die oben genannten Werte monatlich aufgeschlüsselt und als Jahreswerte dargestellt werden.
- Der Monitoring-Bericht stellt zusätzlich die Veränderungen der jährlichen Werte seit Auftragserteilung dar, insbesondere den Verlauf der Energy Usage Effectiveness (EUE) und der Jahresarbeitszahl des Kühltssystem (JAZ).
- Eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz und der Auslastung der Server soll erreicht werden.

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 22

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb



Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015

23

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (1)

Energiemanagement

- Für das Rechenzentrum ist ein Energiemanagement durchzuführen, das in Anlehnung an DIN EN ISO 50001 oder an EMAS III erfolgt. Das Energiemanagement beinhaltet mindestens folgende Punkte:
 - Vorhandensein einer schriftlich fixierten Energiestrategie;
 - Energiesparmaßnahmen werden bereichsübergreifend (IT-Beschaffung, IT-Betrieb, Gebäudemanagement, Energie Controlling, Einkauf und ggf. Vertrieb) betrachtet und entwickelt;
 - Zuständigkeiten zur Optimierung der Energienutzung sind klar geregelt;
 - Ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess zur Optimierung der Energienutzung wird angestrebt;
 - Effizienzsteigerungsziele sind definiert und deren Erreichung wird überprüft.

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015

24

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (2)

Energie-Monitoring

- Es ist ein Energie-Monitoring vorzunehmen, in dem kontinuierlich über das ganze Jahr Messungen zur elektrischen Leistung und des Energiebedarfs der wesentlichen Komponenten des Rechenzentrums, zur Auslastung der Server, des Speichersystems und des Netzwerks durchgeführt werden.
- Mindestens folgende Werte werden durch das Energie-Monitoring ermittelt:
 - Monatlicher Stromverbrauch der IT-Komponenten, die für den Auftraggeber betrieben werden [kWhel]
 - Energy Usage Effectiveness (EUE)
 - Jahresarbeitszahl Kühlsystem (JAZ)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 25

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (3)

Jährlicher Energieeffizienzbericht

- Spätestens 14 Monate nach Auftragserteilung und während der Vertragslaufzeit im Rhythmus von zwölf Monaten (jährlich) ist ein Energieeffizienzbericht vorzulegen, in dem er seine Aktivitäten zum energie- und ressourcenbewussten Rechenzentrumsbetrieb darstellt.
- Der Energieeffizienzbericht enthält die Auswertung des Energie-Monitorings (vgl. Energie-Monitoring) und umfasst daraus mindestens folgende Informationen:
 - Verlauf des monatlichen Stromverbrauchs der IT-Komponenten, die für den Auftraggeber betrieben werden über die Vertragslaufzeit,
 - Verlauf der jährlichen Energy Usage Effectiveness (EUE) über die Vertragslaufzeit,
 - Verlauf der Jahresarbeitszahl des Kühlsystems (JAZ) über die Vertragslaufzeit,

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 26

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (4)

Jährlicher Energieeffizienzbericht

- Weiterhin stellt der Energieeffizienzbericht die Veränderungen der Ausstattung gegenüber dem Zustand der Auftragserteilung dar:
 - Veränderungen der für die Auftragsausführung zum Einsatz kommende Hardware-Ausstattung des Rechenzentrums,
 - Dokumentation der Einhaltung der unten genannten Einzelanforderungen an neu beschaffte Rechenzentrums-Komponenten.

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 27

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (5)

Energieeffizienz der Server

- Die Energieeffizienz der Server wird nach der Methodik SPECpower_ssj2008 (Standard Performance Evaluation Corporation SPEC, http://www.spec.org/power_ssj2008/) in der jeweils aktuellen Version als Verhältnis der Summe der Rechenschritte ($\Sigma_{\text{ssj_ops}}$) zur Summe der Leistungsaufnahmen (Σ_{power}) ermittelt.
- Der Gesamtenergieeffizienzwert der Server ($\Sigma_{\text{ssj_ops}} / \Sigma_{\text{power}}$) weist einen Wert von mindestens 2.000 ssj_ops/W auf.

Gesamtenergieeffizienz: $\Sigma_{\text{ssj_ops}} / \Sigma_{\text{power}} \geq 2.000 \text{ ssj_ops/W}$

(neue Fassung des Umweltzeichens: $\geq 5.000 \text{ ssj_ops/W}$)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 28

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (6)

Kältemittel in Kälteanlagen

- In Kälteanlagen mit einer Kälteleistung von ≥ 50 kW werden nur **chlorfreie** Kohlenwasserstoffe als Kältemittel verwendet.
→ keine FCKWs sondern FKWs oder natürliche Kältemittel

Leistungszahl von Kälteanlagen

- Für Kälteanlagen ist die Leistungszahl (Energy Efficiency Ratio, EER), die das Verhältnis der abgegebenen Kühlleistung zur eingesetzten elektrischen Leistung (kW_{th}/kW_{el}) der Kälteanlagen beschreibt, größer als **3,5**.

EER > 3,5

(neue Fassung: JAZ > 3,5..7 → abhängig vom Inbetriebnahme-Zeitpunkt)

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 29

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Leistungsblatt 4: Rechenzentrumsbetrieb (7)

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

- Der Wirkungsgrad der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (Standby-USV) im Normalbetrieb erreicht folgende Mindestwerte:

Lastzustand USV (Verhältnis Ausgangsleistung zur Nennleistung)	Anforderung Wirkungsgrad USV
100%	$\geq 90\%$
75%	$\geq 85\%$
50%	$\geq 80\%$
25%	$\geq 80\%$

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 30

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Agenda

- 1 Hintergrund zu den Leistungsblättern
- 2 Auswahl der Leistungsblätter
- 3 Einzelanforderungen der Leistungsblätter
- 4 Berechnung von Lebenszykluskosten

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 31

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Berechnung von Lebenszykluskosten (1)

- Für alle Beschaffungsvorgänge im Zusammenhang mit Rechenzentren (auch jene, die oben nicht genannt sind) sind Berechnungen der Lebenszykluskosten anzustellen und bei der Angebotsbewertung zu berücksichtigen. Für die Berechnung der Lebenszykluskosten werden als Nutzungsdauer 7 Jahre angenommen (entsprechend AfA-Tabelle: Fundstelle 6.14.3.1 Großrechner).
- Hierfür wird im Anhang 5 der VwVBU eine Berechnungshilfe bereitgestellt. Die Anbieter werden bei der Angebotserstellung aufgefordert, die für die Berechnung relevanten Angebotsbedingungen und Betriebskosten anzugeben.
- Diese Angebotsbedingungen sollen nach den angebotenen Komponenten aufgegliedert und durch den Anbieter folgenden Kostenkategorien zugeordnet werden:

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 32

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Berechnung von Lebenszykluskosten (2)

- **Pauschalpreise**
 - Angebotspreis für Hardware
 - Angebotspreis für Software
 - Angebotspreis weitere Leistungen
- **Jährliche Festkosten**
 - Angebotspreis jährliche Lizenzgebühren für Software
 - Angebotspreis jährliche Festkosten für Dienstleistungen
 - Angebotspreis jährliche Festkosten für Verbrauchsmaterialien
 - Angebotspreis jährliche Festkosten weitere jährliche Leistungen
- **Energieverbrauch**
 - Jährlicher Strombedarf der angebotenen Komponenten [kWh_{el}/Jahr]
 - Jährlicher Kältebedarf der angebotenen Komponenten (Wärmelast) [kWh_{th}/a]

Beschaffung Rechenzentren | Jens Gröger | 17.11.2015 33

Öko-Institut e.V.

www.oeko.de

Berechnung von Lebenszykluskosten (3)

Berechnung der Lebenszykluskosten von Produkten und Dienstleistungen für Rechenzentren und Serverräume

Angebotsbezeichnung (Anbieter, Variante)	Angebot 1	Angebot 2	Angebot 3	Angebot 4	Angebot 5
	Anbieter 1	Anbieter 2, Var.1	Anbieter 2, Var.2	Anbieter 3	-
Angebotspreis					
Angebotspreis für Hardware (Pauschalpreis)	100.000,00 €	120.000,00 €	140.000,00 €	90.000,00 €	
Angebotspreis für Software (Pauschalpreis)					
Angebotspreis weitere Leistungen (Pauschalpreis)	20.000,00 €	30.000,00 €	35.000,00 €	90.000,00 €	
Summe Pauschalpreise (Einmalzahlungen)	120.000,00 €	150.000,00 €	175.000,00 €	180.000,00 €	0,00 €
Angebotspreis für Software (jährliche Lizenzgebühren)	20.000,00 €/a	18.000,00 €/a	16.000,00 €/a	10.000,00 €/a	
Angebotspreis für Dienstleistungen (jährliche Festkosten)	12.000,00 €/a	18.000,00 €/a	8.000,00 €/a	10.000,00 €/a	
Angebotspreis für Verbrauchsmaterialien (jährliche Festkosten)					
Angebotspreis weitere jährliche Leistungen (jährliche Festkosten)					
Summe jährliche Festkosten	32.000,00 €/a	36.000,00 €/a	24.000,00 €/a	20.000,00 €/a	0,00 €/a
Nutzungszeit					
Jahr der Inbetriebnahme/Vertragsbeginn	2015				
Nutzungsdauer [Jahre]	7 a	7 a	7 a	7 a	7 a
Abzinsung					
Diskontsatz [%]	5,5%	6%	6%	6%	6%
Energiekosten (sofern nicht im Angebot enthalten)					
Strombedarf je Jahr [kWh _{el} /Jahr]	18.000 kWh/a	16.000 kWh/a	20.000 kWh/a	20.000 kWh/a	
Strompreis im 1. Jahr [Euro/kWh _{el}]	0,2677 €	0,2677 €	0,2677 €	0,2677 €	0,2677 €
Strompreissteigerung pro Jahr [%]	4,0%	4%	4%	4%	4%
Nominale Stromkosten gesamte Nutzungsdauer	38.053,55 €	33.825,38 €	42.281,72 €	42.281,72 €	0,00 €
Abgezinste Stromkosten gesamte Nutzungsdauer	32.320,69 €	28.729,50 €	35.911,88 €	35.911,88 €	0,00 €

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Jens Gröger
Öko-Institut e.V. - Büro Berlin
Bereich Produkte & Stoffströme
Tel.: 030 – 40 50 85 – 378
j.groeger@oeko.de

