



x86 Server produktneutral ausschreiben

Leitfaden für den öffentlichen Einkauf

Herausgeber

Bitkom
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Ansprechpartnerin

Antonia Schmidt | Bitkom e. V.
T 030 27576-526 | a.schmidt@bitkom.org

Verantwortliches Bitkom-Gremium

FA Produktneutrale Ausschreibungen

Projektleitung

Antonia Schmidt | Bitkom e. V.

Titelbild

© Evgen3d – stock.adobe.com

Copyright

Bitkom 2020

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und /oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	3
1 Einleitung	4
1.1 Anwendung dieses Leitfadens	4
1.2 Inhaltliche Abgrenzung des Leitfadens	5
1.3 Produktneutralität als rechtliche Vorgabe	5
2 Server als Beschaffungsgegenstand	7
2.1 Definition Server	7
2.2 Anwendungen	7
2.3 Abhängigkeiten bei der Serverauswahl	9
3 Sizing	10
4 Bauformen	11
4.1 Tower-Systeme (Floorstand-Systeme)	11
4.2 Rack-Systeme	11
4.3 Blade-Systeme	11
4.4 Multi-Node-Server-Systeme	12
5 Prozessoren	13
5.1 Serverprozessoren	13
5.2 Benchmarks	13
6 Serverspeicher	16
6.1 Hauptspeicher	16
6.2 Massenspeicher	17
6.3 Festplatten	18
7 UEFI BIOS / Klassisches BIOS, Treiber, Betriebssystem	19
8 Systemmanagement	21
9 Netzteile / Stromversorgung	22
10 Backup und Restore bzw. Datensicherung	25
11 Sonstige Leistungen	27
11.1 Herstellung der Stromanschlüsse	27
11.2 Support	27
11.3 Logistik	28

12 Umwelt- und Gesundheitsschutz	29
12.1 Allgemeine gesetzliche Anforderungen	29
12.2 Zertifizierungen und Auszeichnungen zur Nachweisführung	29
12.3 Soziale Nachhaltigkeit	31
13 IT-Sicherheit	32
14 Zuschlagskriterien	33
14.1 Leistungsnachweise	33
14.2 Bewertungsprozess	33
15 Vertragliche Bestimmungen	34
15.1 EVB-IT	34
16 Praxishinweise für das Vergabeverfahren	35
16.1 Markterkundung	35
17 Anlagen	36
17.1 Glossar	36

Danksagung

Der vorliegende Leitfaden entstammt einer intensiven Zusammenarbeit von Experten der öffentlichen Verwaltung und Vertretern von Mitgliedsunternehmen des Bitkom. Er verdankt seine Existenz der umfangreichen Zuarbeit der Projektgruppe »Produktneutrale Leistungsbeschreibung Server«. Besonderer Dank gilt hierbei:

- Peter Dümig, Dell GmbH
- Holger Gelinek, Hewlett-Packard GmbH
- Dr. Heiner Genzken, Intel Deutschland GmbH
- Jan Gütter, AMD GmbH
- Carl-Daniel Hailfinger, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)
- Stefan Kreger, Fujitsu Technology Solutions GmbH
- Volker Kwasnicki, Lenovo
- Udo Pirkl, Hewlett-Packard GmbH
- Dr. Wolfgang Rother, IBM Deutschland GmbH
- Dr. Martin Schnatmeyer, IGEL Technology GmbH
- Markus Stutz, Dell GmbH
- Bernhard Wolz, Bundesagentur für Arbeit
- Thomas Zapala, Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw)
- Antonia Schmidt, Bitkom e. V.

1 Einleitung

1.1 Anwendung dieses Leitfadens

Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über die Grundlagen und Kriterien für die Beschaffung von Servern durch die öffentliche Verwaltung. Er ist das Ergebnis einer Arbeitsgruppe unter Führung des Beschaffungsamtes des Bundesministeriums des Innern und des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Bitkom). Ziel des Dokuments ist es, den öffentlichen Auftraggebern in Bund, Ländern und Kommunen eine verlässliche und verständliche Hilfe an die Hand zu geben, damit sie ihre Ausschreibungen zur Beschaffung von Servern produktneutral und diskriminierungsfrei, d. h. ohne Verwendung geschützter Markennamen und ohne Nennung eines bestimmten Herstellers, aber unter Berücksichtigung aktueller technischer Standards formulieren können.

Kern des Leitfadens bildet die Auflistung technischer Kriterien anhand derer die Geräte selbst sowie die Anforderungen an ihre Einsatzumgebung und an sonstige Eigenschaften beschrieben und verglichen werden können. Neben den technischen Kriterien, deren Einhaltung die Funktionalität der Geräte für den Beschaffungszweck gewährleistet, gibt der Leitfaden auch Hinweise zum Umweltschutz, zur Energieeffizienz und zur IT-Sicherheit. Diese Belange sind zwar nur teilweise aufgrund gesetzlicher Vorgaben zu beachten, sind jedoch in der öffentlichen Verwaltung von zentraler Bedeutung.

Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die aufgelisteten technischen Kriterien und Anforderungen ständigen Änderungen unterliegen und je nach geplantem Einsatzzweck der anzuschaffenden Geräte unterschiedlich zu gewichten sind. Je höher die Anforderungen ausfallen, die an das Produkt gestellt werden, desto höher wird tendenziell auch der Angebotspreis sein. Zusätzlich reduziert sich das am Markt verfügbare Produktangebot und damit der mögliche Wettbewerb was wiederum zu höheren Preisen führen kann. Deswegen kann dieser Leitfaden die eigenständige, bewusste Einordnung und Priorisierung der jeweiligen Kriterien durch die beschaffende Stelle nicht ersetzen.

Die Autoren des Leitfadens möchten Beschaffer der öffentlichen Verwaltung aber auch insoweit unterstützen, als sie auf sensible, d. h. ggf. zur Marktbeschränkung führende Kriterien und Anforderungen sowie auf kostenrelevante Entscheidungen besonders hinweisen. Hierfür werden die nachfolgend definierten Symbole genutzt:

Symbol	Bedeutung
	Die Forderung von Kriterien mit diesem Symbol kann zu Kostenerhöhungen und/oder Markteinschränkungen führen.
	Dieses Symbol weist auf die Richtigstellung eines verbreiteten Irrtums hin oder markiert besonders wichtige Aussagen im Text.
	Dieses Symbol zeigt an, ob Kriterien mit Zertifikaten nachgewiesen werden können.

1.2 Inhaltliche Abgrenzung des Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden behandelt ausschließlich Server Hard- und Software, die mit der x86 Befehlssatzarchitektur und deren Erweiterungen kompatibel ist. Es soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es neben der x86 Serverarchitektur weitere Systemarchitekturen gibt. Obschon sich deren Anwendungsfälle in einigen Teilaspekten überschneiden, gibt es doch wesentliche Unterschiede, die eine gemeinsame Einordnung in einem einheitlichen Leitfaden erheblich erschweren würden. Daher beschränkt sich dieser Leitfaden bewusst auf die Behandlung der x86 Serverarchitektur, um die praktische Anwendung und Handhabbarkeit bei der Erstellung der Vergabeunterlagen nicht zusätzlich zu erschweren.

Die folgenden Serverarchitekturen sind nicht mit der x86 Befehlssatzarchitektur kompatibel und daher nicht Gegenstand dieses Leitfadens:

- IBM POWER
- ARM
- MIPS
- SPARC

Des Weiteren werden in diesem Leitfaden auch keine HPC (High Performance Computing) Server oder Dienstleistungen, die über die Cloud bezogen werden, behandelt.

1.3 Produktneutralität als rechtliche Vorgabe

Im Vergaberecht gilt eine Pflicht zur Gleichbehandlung, Nichtdiskriminierung und Transparenz von Anbietern und angebotenen Produkten in den Vergabeverfahren mit dem Ziel, für einen fairen Wettbewerb zwischen den Wirtschaftsteilnehmern zu sorgen. Das deutsche Vergaberecht ist Ausfluss der Europäischen Vergaberichtlinie (2014/24/EU) und ist (bezogen auf den Geltungsbereich dieses Leitfadens) im Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) und der Vergabeverordnung (VgV) in deutsches Recht umgesetzt. Daneben gelten die Vorschriften der Vergabe- und Vertragsordnungen für Leistungen (VOL), der Sektorenverordnung (SektVO), der Konzessionsvergabeverordnung (KonzVgV), der Vergabeverordnung Verteidigung und Sicherheit (VSVgV) sowie der Unterschwellenvergabeordnung (UVgO).

Nach diesen gesetzlichen Grundlagen ist der Beschaffungsgegenstand nach sachlichen und diskriminierungsfreien Kriterien, d. h. produktneutral, zu beschreiben (vgl. § 97 GWB und § 31 Abs. 6 VgV für EU-weite Vergabeverfahren und § 2 Abs. 2 UVgO für die Unterschwellenvergabe). Bestimmte Produktbezeichnungen oder Markennamen dürfen in Ausschreibungen nur in begründeten Ausnahmefällen verwendet werden, wenn eine hinreichend genaue Beschreibung durch verkehrübliche Bezeichnungen oder allgemeine Kriterien nicht möglich ist.

Genau hier setzt dieser Leitfaden an, indem er kompakt Hilfestellung gibt, um die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben und damit die Sicherstellung eines fairen Wettbewerbs zu unterstützen. Der Leitfaden benennt und erläutert aktuelle technische Standards, die eine Beschreibung von Servern nach allgemeinen, sachbezogenen Merkmalen ermöglichen. Um den Leitfaden stets auf aktuellem Stand zu halten, wird es in regelmäßigen Abständen eine Aktualisierung geben. Hierbei werden neue technische Entwicklungen berücksichtigt und die vorgeschlagenen Kriterien und Anforderungen dem jeweils aktuellen Stand der Technik angepasst.

2 Server als Beschaffungsgegenstand

2.1 Definition Server

Ein Server ist ein Datenverarbeitungsgerät, das Dienste bereitstellt und Netzressourcen für Client-Geräte wie Desktop-Computer, Notebook-Computer, Thin-Clients, Internet-Protokoll-Telefone, Smartphones, Tablets, Telekommunikation, automatische Systeme oder andere Server verwaltet. Der Zugang zu einem Server erfolgt hauptsächlich über Netzverbindungen und nicht direkt über Benutzereingabegeräte wie Tastatur oder Maus.

Zudem zeichnen sich Server dadurch aus, dass sie:

- darauf ausgelegt sind, Server-Betriebssysteme und /oder Hypervisoren (für Virtualisierungsanwendungen) zu unterstützen und vom Benutzer installierte Unternehmensanwendungen auszuführen;
- eine Absicherung gegen Hardware-Defekte und -Ausfälle bzw. -Fehler wie z. B.: ECC Speicher, redundante Netzteile und /oder Lüfter, RAID-Controller haben;
- für Dauerbetrieb (24 Stunden x 7 Tage x 52 Wochen) ausgelegt sind;
- unter Umständen über einen zentralen gemeinsamen Speicher verfügen;
- umfangreiche System Management Tools zur einfachen Administration und Pflege, optional auch innerhalb des genutzten Betriebssystems oder der Virtualisierungssoftware, haben.

2.2 Anwendungen

Die in Unternehmen und Behörden eingesetzten x86 Server werden primär für folgende Applikationen bzw. Funktionen eingesetzt:

Virtualisierungsserver

Virtualisierungsserver kommen zum Einsatz, wenn verschiedene, meist ältere Server durch neue Systeme ersetzt werden, und dabei die alten Server auf der neuen Hardwareplattform in Form von »virtuellen Maschinen« abgebildet werden. Dies erlaubt es, dass die bestehenden Anwendungen weiterhin jeweils unter einem eigenen Betriebssystem (bzw. verschiedenen Versionen eines Betriebssystems) laufen können. Virtualisierung ist heute Standard und wird flächendeckend genutzt. Man unterscheidet zwei grundlegende Varianten:

- a) klassisch mit einem zentralen Speichersystem, auf dem die virtuellen Maschinen und Daten abgelegt werden,
- b) converged oder hyper-converged. Hier sind die virtuellen Maschinen und Daten auf den jeweiligen Servern gespeichert, und es ist kein zentraler Speicher notwendig. Jeder Server liefert Rechenleistung, Speicherkapazität und Netzwerkverbindungen und wird per Virtualisierungssoftware verwaltet.

Es empfiehlt sich hier ein Beratungsunternehmen zu konsultieren, das bei der Auswahl und Konfiguration der Virtualisierungsserver unterstützt.

Fileserver

Fileserver dienen als zentrale Ablage für Dateien, daher sollte auf eine ausreichende Kapazität der Medien und eine entsprechende Absicherung per RAID geachtet werden.

Printserver

Printserver stellen zentrale Druckdienste zu Verfügung. Diese Funktion wird in den meisten Fällen mit anderen kombiniert, zum Beispiel mit dem Fileserver, da keine große Leistung dafür benötigt wird.

Mailservers

Mailservers sind die zentrale Serverinstanz, mit denen der elektronische Mailverkehr gesteuert wird. Handelsübliche Mailserverprogramme lassen dabei die Konfigurationsfreiheit, ob Mails auch lokal auf den Arbeitsplatzrechnern der Anwender gespeichert werden oder ob die Mails zentral auf dem Mailserver gespeichert werden. Abhängig von dieser Konfiguration kann es erforderlich sein, die Festplattenkapazität größer auszulegen. Sollte es erforderlich sein, aus rechtlichen Gründen E-Mails für einen längeren Zeitraum zu speichern oder zu archivieren, so sollte ein professionelles Beratungsunternehmen hinzugezogen werden, um hier die rechtlich notwendigen Voraussetzungen in die Ausschreibung aufzunehmen.

Datenbanken

Bei diesen Servern können unterschiedliche Datenbankprogramme für die Speicherung und Verarbeitung von unterschiedlichsten Daten zum Einsatz kommen.

Applikationsserver

Dieser Servertyp ist der Vollständigkeit halber mit aufgenommen worden. Bestimmte Applikationen nutzen diesen Servertyp für die Berechnung von Daten, wobei die eigentlichen Daten aus einem weiteren Datenbankserver ausgelesen werden. Als Beispiel sei hier der Applikationsserver der Standardsoftware SAP genannt. Während die Anwendungsdaten z. B. über einen Webserver nach außen weitergereicht werden, übernimmt der Applikationsserver die eigentliche Datenverarbeitung, und die eigentlichen Daten liegen im Hintergrund auf einem Datenbankserver (3-Tier Architektur). Eine solche mehrschichtige Architektur kommt nur bei größeren Anwendungen zum Tragen (zum Beispiel bei Finanzbehörden oder bei SAP-Installationen).

Terminalserver

Bei einem Terminalserver erfolgt die Ausführung der Anwendung auf einem zentralen Rechner, die grafische Ausgabe wird über eine Netzwerkverbindung zur Verfügung gestellt. Mehrere Arbeitsplatzrechner können parallel auf den Terminalserver zugreifen und die Anwendung gleichzeitig nutzen. Die entstandenen Daten werden zentral abgelegt.

2.3 Abhängigkeiten bei der Serverauswahl



Im Vorfeld sollte unbedingt die Software im Hinblick auf Skalierbarkeit und Lizenzierung betrachtet werden. Mittlerweile werden Leistungszuwächse bei Servern nicht wie früher ausschließlich über höhere Taktraten erreicht, sondern durch eine höhere Anzahl parallel arbeitender Prozessorkerne, auch Cores genannt. Dies führte zu veränderten Lizenzmodellen vieler Softwareanbieter. Für viele Anwendungen bestimmen sich die Lizenzkosten auf Basis physischer Sockel für bestimmte CPU Typen (z. B. Betriebssysteme) oder vorhandener Cores im Gesamtsystem (z. B. Datenbanken oder Middleware). Durch die richtige Balance zwischen Lizenzmodell und Anzahl der Sockel / Prozessorkerne können erhebliche Kosten eingespart werden. So bieten die Prozessorhersteller für derartige Fälle verschiedene Prozessortypen mit entsprechend geringer Core-Anzahl und hoher Taktrate an bzw. auch umgekehrt CPUs mit hohen Core-Zahlen.

3 Sizing

Die wichtigste Frage, die vor einer Beschaffung zu stellen ist, ist die Frage nach der erforderlichen Serverkonfiguration in Abhängigkeit zur konkreten Aufgabenstellung, z. B. Anzahl der User, eingesetzte Software, etc. Dies bezeichnet man als »Sizing« (Sizing = Auslegung von CPU / Memory / HD / IO). Hierbei geben Software- und Hardwarehersteller konkrete Empfehlungen oder stellen spezielle Planungswerkzeuge zur Verfügung. Im Rahmen dieses Dokumentes können aufgrund der Vielzahl der möglichen Parameter keine abschließenden Vorschläge gemacht werden, anhand derer der Beschaffer die Dimensionierung eines Servers festlegen kann. Anhand von Beispielen werden einige Parameter aufgeführt.

Beispiel: Will ein Bedarfsträger einen Server für Virtualisierung beschaffen, sind beispielsweise folgende Fragen vorab zu beantworten:

- Wie viele VMs soll das System bedienen können?
- Welche virtuelle CPU- und Speicherleistung benötigen die Einzelsysteme?
- Sollen die Daten auf Datenträgern im Server bzw. Cluster abgelegt werden oder wird ein zentrales Storage System verwendet? Welche Anforderungen an die Performance, Skalierbarkeit und Verfügbarkeit habe ich an mein Storage hinsichtlich Leistung in Input/Output Operationen pro Sekunde (IOPS), RAID Unterstützung des Hardware Controllers, Cachegröße, Schreibfestigkeit von Flash Speicher Medien (NVMe und SSD)?
- Wie ist ein zentrales Storage angebunden (Fibre Channel, iSCSI, Ethernet)?
- Welche Netzwerkanbindung benötigt mein Server (in Gigabit pro Sekunde)? Soll der Server über optische Verbindungen (Glasfaserkabel) angeschlossen werden?
- Welche Leistungsaufnahme / Wärmeentwicklung (übliche Angaben sind Watt bzw. BTU) kann ich am Einbauort des Servers bereitstellen / tolerieren?
- Welche Stromanschlüsse stehen in meinem Rechenzentrum, Rack, USV, Stromleiste zur Verfügung?
- Ist eine besonders hohe Serverdichte in meinem Rack/Rechenzentrum möglich? (Mit hochkompakten Servern können aktuell Leistungsdichten von etwa 1 Kilowatt pro Höheneinheit erreicht werden. Diese Server können eine Wasserkühlung der Racks voraussetzen)
- Welche Redundanzanforderungen habe ich an Stromversorgung, Datenspeicher, Netzwerkanbindungen?
- Wie wirken sich Wartungsarbeiten an einem Server bzw. in einem Rechenzentrum auf den Betrieb aus?
- Wie viele Serversysteme sind für mich optimal (sehr wenige 4-Wege Server (mit 4 CPU Sockeln), mehr 2-Wege Systeme oder viele 1-Weg Server)? Dies hat Auswirkungen auf den benötigten Platz, Strom, Wärmeabgabe, Lizenzierung, etc.
- Wie viel Platz habe ich für die Führung der Kabel?



Diese und weitere Parameter sollten in Zusammenarbeit mit Fachabteilungen ermittelt werden.

4 Bauformen

Auf dem Servermarkt sind derzeit vier Gehäuseformen vorzufinden:

4.1 Tower-Systeme (Floorstand-Systeme)

Diese Geräteform kommt in der Regel außerhalb von Rechenzentren zum Einsatz oder wenn kein Rackeinbau möglich ist. Typische Eigenschaft von Tower-Systemen ist die Erweiterbarkeit in Bezug auf Festplatten und IO-Steckplätze. Einige Tower-Systeme sind z.T. auch in rackmontierbarer Form erhältlich.

Tower-Systeme sollten mit einer abschließbaren Blende zum Schutz vor Datendiebstahl und versehentlichem Ausschalten versehen sein.

4.2 Rack-Systeme

Rack-Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass sie mit wenigen Höheneinheiten (HE) in 19"-Schränke (»Racks«) eingebaut werden können. Die interne Erweiterbarkeit der Festplatten und IO-Steckplätze kann, bedingt durch die geringe Baugröße, begrenzt sein.

Die Schränke werden je nach Hersteller in verschiedenen Höhen und Tiefen und mit einer unterschiedlichen Anzahl an Höheneinheiten angeboten. Um eine problemlose Integration in die DV-Landschaften zu gewährleisten, sollten die Einbaumaße des Schrankes einer der folgenden Normen entsprechen: EIA 310D, IEC 60297 oder DIN 41949. Bitte hier auch auf bauliche Gegebenheiten (z. B. Türhöhen, Fahrstühle, (Doppel-)böden, Tragfähigkeit) achten. Pro Rack sollten die Anzahl und Stärke der vorhandenen Stromanschlüsse sowie die Wärmekapazität beachtet werden.

Schränke für Rack-Systeme sollten grundsätzlich mit abschließbarer Front- und Rücktür sowie verriegelbaren Seitenwänden und Haube versehen sein.

4.3 Blade-Systeme

Eine im Vergleich zu den Rack-Systemen noch kompaktere Bauweise wird mit Blade-Systemen erreicht. Ein Blade-Server, Serverblade oder kurz Blade ist eine Baugruppe, die zusammen mit gleichartigen Blades in hersteller-spezifische Blade-Server-Chassis eingeschoben wird und die darin eingebaute Infrastruktur wie z. B. Netzteile, Lüfter, Backplane gemeinsam mit den anderen verbauten Blade-Servern nutzt. Es gibt verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten mit IO-Modulen (LAN und SAN), Storage-Blades sowie Management Modulen, die entsprechend der jeweiligen Anforderung bestückt werden können.

Der Vorteil der Blades liegt in der kompakten Bauweise, der Skalierbarkeit und Flexibilität sowie der einfacheren Verkabelung mit geringem Kabelaufwand. Blade Server und seine Baugruppen sind Hersteller spezifisch, je nach Hersteller gibt es Blade-Server-Chassis in verschiedenen HE und Ausbaumöglichkeiten.

4.4 Multi-Node-Server-Systeme

Multi-Node-Server-Knoten sind sogenannte Scale-out-Systeme und werden in Rechenzentren eingesetzt. Sie erlauben eine intelligente Erweiterbarkeit, indem mehrere unabhängige Serverknoten und lokale Speicherlaufwerke in ein gemeinsames kompaktes Rack-Gehäuse gepackt werden. Zudem erlaubt die Technologie nach und nach komplette Serverknoten hinzuzufügen oder zu entfernen, je nach geschäftlichen Erfordernissen.

Das modulare Gehäuse mit den Nodes (Server) bietet eine höhere Dichte als klassische Rack-Systeme. Dies trägt dazu bei, eine skalierbare IT-Infrastruktur zu schaffen, die eine flexible und schnelle Reaktion auf die sich schnell verändernden IT-Anforderungen ermöglicht. Sie stellen eine massive Scale-out x86 Serverleistung für große Rechenzentren bereit und bieten beste Wirtschaftlichkeit hinsichtlich Serverdichte, Energieverbrauch, Optimierung der Wärmeabgabe und geringer Gesamtbetriebskosten.

Sie bietet eine ideale Plattform für Scale-out-Workloads wie Virtualisierung, alle Arten von Unternehmensanwendungen, High Performance Computing, Deep Learning und Datenanalytik.

5 Prozessoren

5.1 Serverprozessoren

Ein Serverprozessor ist ein speziell für die Bedürfnisse eines Servers ausgelegter Prozessor und unterscheidet sich in vielen Aspekten von Prozessoren für Desktop-PCs oder Notebooks. Dazu gehören:

- Langlebigkeit / Zuverlässigkeit / Ausfallsicherheit
- Unterstützung sicherer Speichertechnologien: mit Fehlerkorrektur (ECC) und zusätzlichen Registern (Registered ECC)
- Zahl der Prozessoren, die auf einem Mainboard miteinander verbunden werden können (z. B. 1-, 2-, 4- und 8-Sockel Server)
- Zahl der Rechenkerne pro CPU (typisch ≥ 8 , 16, 32, 64, 128 und mehr)
- Weitaus höhere Zahl und Geschwindigkeit der Ein- und Ausgabekanäle (I/O Interfaces) zur schnelleren Datenübertragung im Vergleich zu Desktop- oder Notebook CPUs; vor allem PCIe und Speicherschnittstellen
- Unterstützung für Hardwarebeschleuniger für spezielle Aufgaben (z. B. GPU oder FPGA)
- Unterstützung für besondere Virtualisierungs- und Sicherheitsfeatures



Daher sollte in der Leistungsbeschreibung explizit eine »Server CPU« oder ein »Server Prozessor« gefordert werden, um von den besonderen Eigenschaften zur Steigerung der Performance für Virtualisierungsaufgaben und einer erhöhten Sicherheit in Serverumgebungen zu profitieren. Für die Leistungsfähigkeit des Servers insgesamt ist jedoch neben der Geschwindigkeit der CPU auch ein ausgewogenes Gesamtsystem wichtig (siehe Abschnitt 5.2 Benchmark).

In Ausnahmefällen kann davon abgewichen werden und Server mit Desktop- oder Notebookprozessoren ausgestattet werden (z. B. Microserver). In diesem Fall können u. U. nicht alle o. g. Leistungsmerkmale angeboten werden.

5.2 Benchmarks

Da öffentliche Ausschreibungen produktneutral, d. h. ohne Nennung eines bestimmten Herstellers oder Bezugnahme auf ein bestimmtes Produkt eines Herstellers formuliert werden müssen, dürfen auch in einer Server-Ausschreibung keine Festlegungen zu Prozessorherstellern oder in Bezug auf ein spezifisches Modell eines Prozessors enthalten sein. Bei Servern bestehen eine Vielzahl von Anwendungsfeldern, von denen die häufigsten im Kapitel 2.2 mit zugehörigen Präferenzen für die Hardwareausstattung zusammengefasst sind. Die aus dem Desktop-PC- oder Notebook-Bereich bekannten Benchmarks (z. B. BAPCo Sysmark) eignen sich nicht für Server.

Der Vorteil von Benchmarks liegt darin, dass sie eine spezifische, vergleichbare und reproduzierbare Methode für die Leistungsmessung eines Systems bieten und darüber hinaus relevant, aktuell, objektiv und glaubwürdig sind. Gerade bei kleinen Beschaffungsvolumen und Einzel-

beschaffungen kann es jedoch für Beschaffer und Bieter problematisch sein, eigene Benchmarks durchzuführen, da diese mit einem erheblichen finanziellen und Personalaufwand verbunden sind. Dann sollte auf standardisierte und allgemein anerkannte Benchmarks für den jeweiligen Anwendungstyp zurückgegriffen werden. Diese Anwendungsbenchmarks basieren auf strikten Testmethoden, die entweder von unabhängigen Industriekonsortien oder von Softwareherstellern entwickelt und von den Serverherstellern anerkannt und unterstützt werden.

Zu den Kriterien für die Güte von Benchmarks gehört vor allem eine detaillierte Dokumentation des Benchmarkverfahrens sowie der Benchmarkergebnisse. Beide Aspekte stellen sicher, dass die Nutzer zum einen einschätzen können, ob der Benchmark objektiv und ohne Verzerrungen die tatsächliche, zu erwartende Leistung unabhängig von der jeweils genutzten Plattform abbildet (kein »bias«) und zum anderen, dass die Ergebnisse von anderen reproduziert werden können.

Wichtig ist auch dabei Revision bzw. Version des Benchmarks. Wenn sich die Implementierungen im Zuge neuer technischer Möglichkeiten oder neuer Nutzungsmodelle ändern, ändern sich auch die Nutzungsmuster, selbst wenn die Anwendung die gleiche bleibt. Aus diesem Grund gibt es bei seriösen Benchmarks in regelmäßigen Abständen Aktualisierungen. Um möglichst genau die Anforderungen aktueller Anwendungen abzubilden, ist es daher wichtig, immer die jeweils neueste, aktuellste Version eines Benchmarks zu verwenden. Dieses Vorgehen würdigt potenzielle Bieter für die Implementierung der jeweils neuesten Technologien, die die Leistung eines Systems verbessern. Ausschreibungen, bei denen alte Benchmarks oder Benchmarkversionen angefordert werden, bilden nie den gegenwärtigen Stand der Technik ab. Der Beschaffer läuft somit Gefahr, Geräte zu beschaffen, die im Laufe der geplanten Nutzungszeit nicht die erwartete Leistung liefern werden.

Da sich die Anwendungsszenarien für Server sehr stark unterscheiden, kann dieser Leitfaden nicht einen einzelnen Benchmark empfehlen oder gar Richtwerte für zu erzielende Benchmarkwerte definieren. Vielmehr sollte der Beschaffer genau prüfen, welche Art der Anwendung auf den zu beschaffenden Servern zum Einsatz kommen soll, und danach auch einen geeigneten Benchmark auswählen.

Das bekannteste Konsortium im Bereich Benchmarks ist SPEC (Standard Performance Evaluation Corporation). Die SPEC Benchmarks sind der Industriestandard für den Vergleich der Leistungsfähigkeit von Servern. Auf <https://spec.org> finden sich eine Reihe publizierter Benchmarkergebnisse für eine Vielzahl unterschiedlicher Serverkonfigurationen, die als Grundlage für die Leistungsbestimmung der Ausschreibung herangezogen werden können (Einzelheiten zu den verschiedenen Teilbenchmarks der SPEC Benchmark Suite finden sich im Glossar).

Wie bei allen publizierten Benchmarkergebnissen, sollte der Anwender beachten, dass diese nur für bestimmte Konfigurationen durchgeführt worden sind, die nicht unbedingt mit dem zu beschaffenden Server übereinstimmen. Sollen Benchmarkwerte zum Vergleich von Systemen herangezogen werden, so empfiehlt sich daher auch immer ein Blick in die sogenannten »Full-

Disclaimer« auf den Webseiten der Benchmarkanbieter, aus denen die genaue Konfiguration des gemessenen Systems hervorgeht.

Neben den SPEC Benchmarks, die für ein breites Anwendungsspektrum konzipiert sind, gibt es weitere, anwendungsspezifische Benchmarks. Diese sollten für die geplante Nutzung der zu beschaffenden Systeme relevant sein. Der angeforderte Benchmark muss in einer angemessenen Beziehung zur beabsichtigten Arbeitslast stehen.

Benchmarks simulieren häufig bestimmte Anwendungskonstellationen und sind auch abhängig vom eingesetzten Betriebssystem und der Anwendungssoftware. Daher können die Ergebnisse nicht immer zu 100 Prozent auf den jeweils spezifischen Einsatzzweck angewendet werden. Um jedoch auch in einer Server Ausschreibung bzgl. des Prozessorherstellers Produktneutralität und gleichzeitig eine gewisse Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten, empfiehlt sich dennoch eine neutrale Leistungsklassifizierung in Form eines Benchmarks (z. B. SPEC).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Benchmarks folgende Merkmale aufweisen sollten: Vergleichbarkeit, Reproduzierbarkeit, Relevanz, Aktualität, Objektivität und Glaubwürdigkeit. SPEC ist dabei der Industriestandard für ein breites Anwendungsspektrum. In speziellen Anwendungsfällen, meist dort, wo das zu beschaffende System eine einzige Anwendung ausführen soll, wären anwendungsspezifische Benchmarks relevant (z. B. von Herstellern wie VMWare oder SAP).

Einzelheiten zu allen relevanten Server spezifischen Benchmarks finden Sie im Glossar am Ende dieses Leitfadens.

6 Serverspeicher

In Servern kommen verschiedene Speichertechnologien zum Einsatz. Grundsätzlich sollten ausschließlich vom Hersteller speziell für Server freigegebene Speichermedien zum Einsatz kommen.

Diese und deren Ausprägungen sowie deren Vor- und Nachteile werden hier kurz dargestellt, um die optimale Auswahl für die Beschaffung zu unterstützen. Prinzipiell unterscheidet man bei Servern zwei Einsatzszenarien: Haupt- und Massenspeicher. Die heute verfügbaren Speichertechnologien sind RAM, Persistent Memory sowie Flash und Festplatten.

6.1 Hauptspeicher

Der Hauptspeicher, auch Arbeitsspeicher genannt, stellt einen wesentlichen Faktor für die Leistungsfähigkeit des Servers dar. Dabei ist die Lese- und Schreibgeschwindigkeit wie auch die Speicherkapazität von entscheidender Bedeutung. Beim Hauptspeicher kommen heute zwei Technologien zum Einsatz: RAM (Random Access Memory) und Persistent Memory.

6.1.1 RAM (Random Access Memory)

Beim RAM handelt es sich um einen sehr schnellen Speicher mit sehr hohen Datenübertragungsraten. Verglichen mit Flash ist RAM schneller aber auch teurer. Und im Gegensatz zu Flash handelt es sich bei RAM um einen flüchtigen Speicher: Bei einem Stromausfall sind alle dort gespeicherten Daten verloren.

6.1.2 Persistent Memory

Relativ neu auf dem Markt ist das sogenannte Persistent Memory, welches wie RAM in der Bauform von DIMMs aber auch in Form von SSDs verfügbar ist. Persistent Memory speichert die Daten wie Flash nicht-flüchtig und schließt die Lücke zwischen dem schnellen und teuren klassischen RAM Speicher und dem günstigen aber langsameren Flash-Speicher. Es bietet hinsichtlich der Anschaffungspreise, der Kapazität und der Flexibilität einige Vorteile, die je nach Anwendungsbereich sinnvoll sein können.



DIMM-Module basierend auf Persistent Memory gibt es im Vergleich zu RAM mit größeren Volumina. Deshalb können sie alternativ als verlängerter Hauptspeicher oder auch als nah an der CPU befindlicher nicht-flüchtiger Speicher mit kurzer Latenz dienen. Hierbei sind jedoch verschiedene Voraussetzungen sowohl bei der Auswahl der CPU wie auch bei der Wahl des Betriebssystems und der Anwendungen zu beachten.

6.2 Massenspeicher

6.2.1 Flash

Bei Flash handelt es sich um Speicher mit:

- sehr schnellen Zugriffszeiten;
- sehr hoher I/O-Leistung;
- geringem Energieverbrauch;
- ohne beweglichen Teile, somit relativ immun gegen Vibrationen und Erschütterungen;
- größerem nutzbaren Temperaturbereich im Vergleich zu Festplatten;
- Bauartbedingt unterschiedliche Qualitätslevel in der Wiederbeschreibbarkeit (Endurance).

Die Endurance wird häufig in »Drive Writes Per Day« (DWPD) angegeben, für die der Hersteller die Gewährleistung übernimmt. DWPD beschreibt, wie oft eine SSD pro Tag komplett über einen Zeitraum von typischerweise 5 Jahren überschrieben werden kann. Grob erfolgt dabei eine Einteilung in Kategorien, die sich auch im Preis widerspiegeln:

- Entry (relativ geringe Schreibraten) DWPD kleiner ca. 2
- Midrange (für mittlere Schreibraten) DWPD zwischen ca. 2 und ca. 10
- Performance (für hohe Schreibleistung optimiert) DWPD von ca. 10 und größer

6.2.2 SSDs

Solid State Drives oder auch SSDs basieren in der Regel auf Flash. Sie sind verfügbar für die Schnittstellen SATA, SAS und M.2. Es gibt sie in den Bauformen 2,5 Zoll oder 3,5 Zoll sowie als Module für die M.2 Schnittstelle. SSDs bieten mehrere 1000 I/Os pro Sekunde und sind damit Festplatten weit überlegen. SSDs gibt es mit unterschiedlicher Endurance. Ihr Anschluss erfolgt immer über entsprechende Controller – siehe Kapitel 6.5. Inzwischen findet man zunehmend SSDs als Boot Device in Servern, da die Preise für SSDs oftmals unterhalb von Festplatten liegen.

6.2.3 NVMe

Non-Volatile Memory Express oder auch NVMe werden direkt an die PCIe Schnittstelle angeschlossen. NVMe Devices gibt es sowohl als PCI Adapter, als auch mit U.2 Schnittstelle (Formfaktor einer Festplatte mit 2,5 oder 3,5 Zoll). Im Vergleich zu SSDs bieten NVMe Devices erheblich höhere Durchsatzraten bei geringerer Latenz.

NVMe basierend auf Persistent Memory und / oder die Anbindung über PCIe 4.0 tragen dazu bei, Datenspeicherengpässe auf Servern zu beseitigen und Datenmengen schneller zu bewältigen.

6.3 Festplatten

Allgemein gilt für Festplatten: ausgereifte Technologie, lange auf dem Markt und im Betrieb anfällig gegen starke Erschütterungen.

Festplatten gibt es mit den Interfaces S-ATA und SAS. Das SAS-Interface ist speziell für Server entwickelt und erlaubt einen höheren Durchsatz als auch eine niedrigere Zugriffszeit als das S-ATA-Interface. Daher werden SAS-Festplatten überall dort eingesetzt, wo hohe Performance (I/O pro Sekunde) gefragt ist. SAS-Festplatten bieten zudem eine höhere Ausfallsicherheit. S-ATA-Festplatten bieten demgegenüber eine geringere Performance und Ausfallsicherheit und eignen sich für überwiegend sequentiellen Datenzugriff (z. B. Bildverarbeitung und Archivdaten).

Für Serverfestplatten gibt es verschiedene Kriterien, die zu unterscheiden sind:

- Typ der Festplatte: S-ATA oder SAS
- Umdrehung/Minute (UPM) der Festplatte: 7.200 (S-ATA) oder 10.000 (SAS) oder 15.000 (SAS)
- Datentransferrate: SATA mit 6 GBit/s verglichen mit SAS mit 12GBit/s
- SAS: ca. 160–220 I/Os pro Sekunde
- S-ATA: ca. 90–100 I/Os pro Sekunde

Festplatten mit hoher Kapazität werden nur noch mit Formfaktor 3,5 Zoll angeboten. Die Festplatten mit 2,5 Zoll mit kleineren Kapazitäten werden immer stärker von SSDs verdrängt. Werden hohe I/O Leistungen, z. B. für Datenbanken benötigt, kommen aktuell Festplatten nur noch selten zum Einsatz.

7 UEFI BIOS / Klassisches BIOS, Treiber, Betriebssystem

UEFI BIOS

Das Unified Extensible Firmware Interface, im folgenden UEFI genannt, ist die aktuelle zentrale Schnittstelle zwischen der Firmware, den einzelnen Komponenten des Servers und dem Betriebssystem. Es ist für das Management zwischen der Software und der Hardware während des Boot-Vorgangs zuständig und sitzt logisch gesehen unterhalb des Betriebssystems. Ein Bestandteil aktueller UEFI-Versionen ist Secure Boot, das das Booten auf vorher signierte Boot-loader beschränkt und so Schadsoftware oder andere unerwünschte Programme am Starten hindert. Die wichtigsten Funktionen sind:

- eine eingebettete BIOS-Emulation, um eine Kompatibilität zum BIOS zu gewährleisten;
- hochauflösende Grafikkarten, die schon beim Start des Computers unterstützt werden;
- über das UEFI können verschiedene auf dem System installierte Betriebssysteme ausgewählt und gestartet werden, ohne dass dafür spezielle Boot-Loader notwendig sind;
- zum Booten wird anstatt wie früher beim BIOS üblich keine Master Boot Record verwendet, sondern eine GUID Partition Table, die es möglich macht, von Festplatten größer als 2 TB zu booten;
- ein universelles Netzwerk-Boot-System (Preboot Execution Environment) bietet eine Alternative zum Start von lokalen Medien;
- der von Microsoft geforderte Secure-Boot-Mechanismus, der das Booten auf vorher bestimmten und dafür signierte Bootloader einschränkt, wird unterstützt. Damit erhöht sich die Sicherheit des Systemstarts, denn Schadsoftware kann daran gehindert werden, noch vor dem Systemstart Schäden zu erzeugen.

Klassisches BIOS

Der Vorgänger des Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) war das klassische BIOS, heute auch als legacy BIOS bezeichnet. Mit dem BIOS (Basic Input Output System) werden beim sogenannten POST (Power on self test) alle Systemkomponenten auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft. Im BIOS-Setup werden Systemfunktionen und Hardware-Konfigurationen vom System wie Sicherheits- und Energiesparfunktionen, Server Management, Boot Reihenfolge etc. eingestellt. Die Angaben des BIOS-Herstellers sollten abgefragt werden können, da die Einstellmöglichkeiten von der Hardwarekonfiguration des Herstellers abhängig sind. Das BIOS ist heute weitgehend durch das Unified Extensible Firmware Interface (kurz UEFI, früher EFI) abgelöst.

Treiber

Alle Systemtreiber der wichtigsten Betriebssystemversionen sollten auf einem aktuellen Stand sein und einen konfliktfreien Betrieb zulassen. Treiberupdates einzelner Standardkomponenten sollten nicht zu Systemkonflikten führen. Diese Updates sollten gemäß verbauter Komponenten Offline oder Online verfügbar sein.

Betriebssystem

Auf die näheren Funktionalitäten der marktüblichen Serverbetriebssysteme wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Die Server sollten grundsätzlich in der Hardware Compatibility List des jeweiligen Betriebssystem Herstellers eingetragen sein.

Die gilt insbesondere für sogenannte Converged- und Hyperconverged Infrastrukturen. Hier müssen in der jeweiligen Hardware Compatibility List (HCL) des jeweiligen Software Herstellers alle eingesetzten Komponenten im Server mit ihren jeweiligen Firmware- und Treiberversionen, sowie die Server-Systeme selbst aufgeführt sein.



Es wird dringend davon abgeraten, nicht frei gegebene Systeme und Komponenten einzusetzen, da dies zu undefinierbaren Ausfällen der kompletten Systeme bis hin zu unwiderruflichen Datenverlusten führen kann.

8 Systemmanagement

Server Management Software ist heute ein wesentlicher Bestandteil für den sicheren Betrieb eines Servers. Server Management Werkzeuge sind daher Bestandteil eines Serversystems. Dies ermöglicht die Überwachung der Server im laufenden Betrieb und /oder unabhängig vom Betriebszustand.

Administratoren oder Servicetechnikern wird der Zugriff auf den Server und die umfassende Kontrolle auch an dezentralen Standorten ermöglicht. Routineaufgaben und Wartungsmaßnahmen bei Serverproblemen können so effizient durchgeführt werden. Diese Aufgaben werden immer mehr auch »out-of-band« (OOB) via Baseboard Management Controller (BMC) durchgeführt.

Der Baseboard Management Controller (BMC) oder auch Microcontroller genannt, ist das Herzstück der OOB Architektur. Die Aufgaben des BMC sind:

- Interface zwischen der System Management Software und der verwalteten Hardware (über die der BMC mittels IPMB und ICMB verbunden ist)
- unabhängiges Monitoring
- unabhängiges Event-Logging
- Recovery Control.

Zu den weiteren wesentlichen Funktionen zählen Update-, Profile-Management und Deployment sowie die Fähigkeit, größere Installationen im Rechenzentrum in Enterprise Management Systeme zu integrieren.

Die Bedienung kann über eine Web-basierte Benutzer-Schnittstelle erfolgen, für bestimmte Komponenten kann ein zusätzliches Command Line Interface sinnvoll sein. Aktuell geschieht dies u. a. über die REST- Schnittstelle (Representational State Transfer).

Die Redfish-API (Redfish Scalable Platforms Management) Spezifikation für die Fernwartung von Server-Systemen (Out-of-band Systems Management) sollte unterstützt werden Redfish hat das Ziel, die Schnittstelle IPMI (Intelligent Platform Management Interface) mittelfristig zu ersetzen

Das Server Management muss durch geeignete Zugangskontrollen sicherstellen, dass ein unbefugter Zugriff zu Managementfunktionen nicht möglich ist.

Der Einsatz eines Server Management Systems verringert die Administrationskosten und steigert die Verfügbarkeit der Server. Die Servicekosten werden durch präventive Fehlererkennung sowie verschiedene, integrierte Diagnosefunktionen ebenfalls gesenkt.

Insbesondere in virtualisierten Umgebungen und beim Einsatz von Converged- und Hyper-Converged Infrastrukturen kann es sinnvoll sein, dass sich das Monitoring des Servers in ein Management Tool des jeweiligen CI oder HCI Software Herstellers integrieren lässt. Dies sorgt auf der einen Seite für Investitionsschutz, während gleichzeitig der Administrationsaufwand verringert wird.

9 Netzteile / Stromversorgung

Allgemeines

Server sind in mehrfacher Hinsicht exponierte Systeme, deren Verfügbarkeit in hohem Grad Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Deshalb sind Netzteile neben Lüftern, Festplatten und I/O Adaptern Komponenten, die bei Servern häufig redundant ausgelegt werden. Zur Redundanz kommt als zweites Kriterium auch deren hot-plug Fähigkeit hinzu, die den Austausch defekter Komponenten ohne Unterbrechung des Betriebes ermöglicht. Für große und wichtige Systeme, also Systeme in zentralen Funktionen, an denen parallel viele Anwender arbeiten, wie Datenbanken, Virtualisierungs- und Fileserver, sind redundante und hot-plug fähige Komponenten faktisch Standard. Für kleine und günstige Einstiegssysteme, meist nur mit einem CPU Sockel, wird seitens der Hersteller meist auf Redundanz und hot-plug Fähigkeiten bei Netzteilen und Lüftern aus Kostengründen verzichtet.

Netzteile

Für Tower- und Rackserver bedeutet Redundanz, dass pro System meistens zwei, seltener auch mehr Netzteile benötigt werden. Im Falle von Blades ist die Stromversorgung Aufgabe eines Blade-Chassis. Hier werden von Netzteilen meist erheblich mehr Server, sogenannte Blades, versorgt, so dass sich damit in der Summe Systeme energetisch meist effizienter betreiben lassen. Für Blades sollte Redundanz für die Mehrzahl der Einsatzszenarios vorausgesetzt werden.



Bei redundanten Netzteilen sollte auch darauf geachtet werden, dass die Systeme separate Stromanschlüsse bieten und damit auch eine Redundanz hinsichtlich der Energieeinspeisungen erfolgen kann. Werden alle Netzteile nur über eine gemeinsame Einspeisung versorgt, führt deren Ausfall unweigerlich zur Unterbrechung des Betriebes.

Seit März 2020 gilt innerhalb der EU die Ökodesign Verordnung ErP Lot 9 für Server und Datenspeicherprodukte mit entsprechenden Vorgaben für die Energieeffizienz. Betroffen sind davon alle Standardserver. Es gelten damit auch verschärfte Vorgaben für Netzteile. Für Server sind dadurch Netzteile mit den Effizienzklassen Bronze, Silber und Gold gemäß 80 Plus Programm nicht mehr zulässig, möglich sind jedoch die effizienteren Stufen Platin und Titan.

In der Praxis findet man häufig auf mindestens einer Stromeinspeisung vorgeschaltet eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, die Server vor Stromausfall, aber auch vor immer wieder auftretenden Spannungsschwankungen oder auch Spitzen im Stromnetz schützen sollen.



Die Hersteller bieten bei Netzteilen häufig unterschiedliche Leistungsstufen an, die sich an der angefragten Konfiguration orientieren, um die Netzteile effizient in einem definierten Lastbereich betreiben zu können. Ist ein weiterer Ausbau des Gesamtsystems geplant, ist das zwingend zu berücksichtigen!

Hinweis: Bei der Beschaffung sollte berücksichtigt werden, dass die gesamte Leistungsaufnahme der Server die Möglichkeiten der Klimatisierung und der elektrischen Anschlüsse nicht übersteigt. Viele Hersteller bieten online entsprechende Berechnungsprogramme an.

Über das Systemmanagement bieten manche Hersteller auch Funktionen, die die Leistungsaufnahme der Systeme auf Werte deutlich unterhalb der auf den Netzteilen genannten Leistungswerte begrenzen können. Das dient in erster Linie einer besseren Ausnutzung vorhandener Rack- und /oder Klimakapazitäten.

Lüfter

Da Lüfter bewegliche mechanische Komponenten sind, unterliegen sie einem Verschleiß und sollten deswegen ebenfalls redundant ausgelegt und überwacht werden.

Für die Beschaffung von Rackservern sollte auf eine Forderung für Lautstärkegrenzen verzichtet werden, da diese in separaten Räumen betrieben werden. Bei Towerservern ist die Lautstärkeforderung in Abhängigkeit des Aufstellungsortes zu berücksichtigen.

Für Rack-, Blade-, Multi-Node-Server gilt, dass Lüfter meist redundant und hot-plug fähig sind, um einen kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten. In günstigen Tower-Einstiegssystemen findet man kostenbedingt kaum Redundanz und hot-plug Fähigkeit.

Stromversorgung

Für rackoptimierte Server und auch Blades wird das Thema Stromversorgung oft über im Rack befindliche Stromleisten oder auch PDUs (Power Distribution Units) gewährleistet. In der Praxis befinden sich meist pro Rack zwei getrennte Einspeisungen zur Gewährleistung entsprechender Redundanz. Diese Einheiten werden häufig entweder über im Rack befindliche oder auch externe unterbrechungsfreie Stromversorgungen gespeist.

Diese Stromleisten bieten für die Server meist zwei Arten von Stromanschlüssen. Der meistverwendete Anschluss für Server in Deutschland ist der IEC 320-C13, auch bekannt als Kaltgeräteanschluss. Für stärkere Verbraucher, typischerweise oberhalb von 2000W, wird meist IEC 320-C19 genutzt, ein rechteckiger Anschluss mit drei waagerechten, in einem Dreieck angeordneten Kontakten.

Die kleinen Stromleisten bzw. PDUs mit IEC 320-C13 Anschlüssen werden selbst entweder per Schukostecker oder IEC 320-C19, z. B. über USV versorgt. Größere Stromverteilersysteme setzen meist einphasige Anschlüsse für 32 oder 63 Ampere voraus. Der häufigste Fall in Deutschland ist jedoch ein 3 phasiger 16 oder 32 Ampere, auch »Kraftstrom« genannter Anschluss, der auch die höchste Leistung zur Verfügung stellt.



Für die Planung ist zu beachten, dass die letztgenannten elektrischen Anschlüsse zwingend von einem Elektrofachbetrieb ausgeführt werden müssen. Eine entsprechende Anzahl dieser Anschlüsse versorgt Racks bis in den Bereich von weit über 10 KW bei entsprechender Klimatisierung.

Unterbrechungsfreie Stromversorgung – USV

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen gibt es ab ca. 300VA bis in den Bereich von mehreren 100 KVA. Die für den Rackeinbau vorgesehenen bieten je nach Gesamtleistung selbst meist mehrere IEC 320-C13 Anschlüsse und ab ca. 3000VA findet man oft einen oder mehrere IEC 320-C19 Anschlüsse, die für den Anschluss weiterer Stromleisten bzw. PDUs genutzt werden können. Die USV muss einen Stromausfall an die angeschlossenen Server melden, damit diese rechtzeitig geordnet und automatisch herunter gefahren werden und somit die Konsistenz der zu verarbeitenden Daten gewährt ist.

Bei Installationen einzelner Server erfolgt die Signalisierung in der Regel seriell über eine RS232 oder USB Schnittstelle. In Rackinstallationen wird meist als Signalisierungsmedium Ethernet und SNMP als Protokoll genutzt. Dazu wird für die USV eine entsprechende Schnittstellenkarte benötigt. Dabei ist zwingend zu beachten, dass die zwischen der USV und dem Server befindlichen Netzwerkkomponenten ebenfalls durch die USV abgesichert werden.

Um den Servern ein geordnetes Herunterfahren zu ermöglichen, müssen USV eine bestimmte Mindestzeit überbrücken. Die für die Systeme benötigten Zeiten sind abhängig von der Art der Anwendungen und sollten in der Fachabteilung erfragt werden. Auf den Internetauftritten der Hersteller werden entsprechende Tabellen zur Ermittlung der ggfs. hierfür benötigten Anzahl zusätzlicher Batterien angeboten.



Für die Planung ist zu beachten, dass der elektrische Anschluss von USV oberhalb von 3000VA zwingend einen Elektrofachbetrieb voraussetzt.

10 Backup und Restore bzw. Datensicherung

Die Datensicherung bezeichnet das teilweise oder vollständige Kopieren der in einem Computersystem vorhandenen Daten auf ein anderes Speichermedium bzw. auf ein anderes Computersystem. Einen wesentlichen Einfluss auf die Auswahl der Hard- und Software hat die Wiederherstellungszeit (Recovery Time Objective (RTO)) und die erlaubten Datenverluste durch einen Ausfall (Recovery Point Objective (RPO)).

Die auf dem Speichermedium gesicherten Daten werden als Sicherungskopie, engl. Backup, bezeichnet. Die Wiederherstellung der Originaldaten aus einer Sicherungskopie bezeichnet man als Datenwiederherstellung, Datenrücksicherung oder Restore.

Der Sinn der Datensicherung besteht im Schutz der Daten vor Hardwareverlust beispielsweise Diebstahl, Brand, Überspannungen oder Softwarefehler, Viren, Würmer bzw. auch häufig durch Anwenderfehler. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die physische bzw. räumliche Trennung der Sicherung vom jeweils zu sichernden System um den Schutz der Daten zu gewährleisten.

Unterschieden wird bei der Datensicherung in Archivierung, d. h. der langfristigen unveränderbaren Aufbewahrung der Daten zu Revisionszwecken und der einfachen Daten- bzw. System-sicherung. Die Grundsätze zur Archivierung und Nachprüfbarkeit digitaler Datenbestände sind in Deutschland seit Januar 2002 für Unternehmen verbindlich in den Grundsätzen zum Datenzugriff und zur Prüfbarkeit digitaler Unterlagen (GDPdU), herausgegeben vom Bundesfinanzministerium, zusammengefasst. Die Archivierung wird hier nicht weiter behandelt.

Für kleine bzw. einzelne Systeme wird zur Sicherung der Daten häufig auf Bandlaufwerke zurückgegriffen. Meist wird bei aktuellen Systemen dazu die serielle SCSI Schnittstelle – kurz SAS – genutzt.

Gilt es nur die Betriebsbereitschaft des Systems wiederherzustellen, erfolgt das häufig über einfache Bandlaufwerke auf Basis von LTO (Linear Tape Open). LTO ist seit vielen Jahren auf dem Markt und in verschiedenen Kapazitäten erhältlich.

Zur Sicherung von Servern und Daten in Unternehmensnetzwerken und in größeren Installationen kommen oft separate Backup Systeme zum Einsatz. An diesen werden meist größere Bandwechsler (ein Laufwerk mit mehreren Bandkassetten – für größere Datenmengen), Libraries (Bandroboter mit mehreren Bandlaufwerken, erheblich höhere Anzahl an Bandkassetten – für größere Datenmengen und höhere Geschwindigkeit) oder auch größere separate Speichersysteme auf Festplattenbasis (sogenannte Virtual Tape Libraries für Online Backup – schnellere Wiederherstellung, allerdings auch höherer Stromverbrauch und keine Möglichkeit der Verwahrung der Datensicherung in einem Safe) angeschlossen. Der Anschluss dieser Einheiten erfolgt hier ebenfalls in der Regel per SAS oder auch Fibre Channel. Bandlaufwerke und Virtual Tape Libraries können bei Bedarf auch gestaffelt genutzt werden.

Benötigt wird zur Sicherung auch immer eine entsprechende Backupsoftware. In diesem Zusammenhang wird explizit darauf hingewiesen, dass es zwischen dem Betriebssystem des Servers, der Backupsoftware und der jeweils verwendeten Bandeinheiten einen hohen Grad an Abhängigkeiten gibt. Deshalb wird hier die Empfehlung ausgesprochen, nur gegeneinander zertifizierte Systeme für die Datensicherung einzusetzen. Es empfiehlt sich hier ein Beratungsunternehmen zu konsultieren, das bei der Auswahl und Konfiguration des Back-ups und Restorekonzepts unterstützt.

11 Sonstige Leistungen

11.1 Herstellung der Stromanschlüsse

Aus der Auftragnehmersicht ist der hausseitige Stromanschluss für Server und / oder Racks in der Verantwortung des Auftraggebers. Hier müssen normgerechte Leitungen und Sicherungen installiert sein. Ein Auftragnehmer kann den Auftraggeber über die Erfordernisse informieren (Anschlusswerte und Verbrauchswerte), die dafür erforderliche Elektroinstallation muss aber über den Auftraggeber bereitgestellt werden. Nur der Betreiber bzw. dessen Haustechnik kennt die genaue Infrastruktur. Seitens des Auftragnehmers werden alle Erfordernisse auf Server oder Rack-Seite geliefert. Bei der Inbetriebnahme eines Racks / USV sollte dann die Haustechnik die Verbindung mit dem Stromkabel des Racks / USV in die entsprechende CEE Steckdose oder einen Festanschluss vornehmen, bei einem einzelnen Server ist das nicht unbedingt erforderlich. Der Auftraggeber kann diese erforderlichen Dienstleistungen auch mit einer Server-/Rack-Bestellung beauftragen, dann ist es jedoch notwendig, die Haftungsfrage vertraglich zu regeln.

11.2 Support

Bei Notwendigkeit sollte der entsprechende Support mit der Spezifikation der Reaktionszeiten / Wiederherstellungszeiten vereinbart werden.

Marktübliche Angebote unterscheiden sich nach:

- Laufzeit des Vertrages
- Reaktionszeiten (Zeit zwischen Störungsmeldung und erster Reaktion des Supports)
- Wiederherstellungszeiten (Zeit zwischen Störungsmeldung und Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Servers)
- Kategorisierung in Fehlerklassen (schwere, kritische und unkritische Fehler)
- Festlegung von Leistungsübergabepunkten
- Ersatzteillogistik
- Zusätzliche technische Dienstleistungen (Betriebsunterstützung, etc.) nach Aufwand (Stundensätze, Reisekosten)

Anforderungen können nach Bedarf sein:

- 3, 4 oder 5 Jahre vor-Ort-Service
- vor-Ort-Service mit einer Reaktionszeit von x Stunden
- vor-Ort-Service mit einer Wiederherstellungszeit von x Stunden
- SLA mit garantierten Verfügbarkeitszeiten von 99,x %
- Verfügbarkeit der Hotline x Stunden y Tage die Woche
- Deutschsprachige Hotline
- Ersatzteillieferung ohne Austausch durch den Servicetechniker (bei Hot-Plug-Komponenten)
- Ersatzteilverhaltung beim Kunden

Im Rahmen von Beschaffungen für hochverfügbarkeits- oder sicherheitsrelevanten Lösungen lassen sich individuelle Vereinbarungen treffen. Hier muss eine Abschätzung der Notwendigkeit der Anforderungen mit den hierdurch entstehenden Kosten vorgenommen werden.

11.3 Logistik

Folgende logistische Leistungen können bei Bedarf vereinbart werden:

- Spezifikation der maximalen Lieferzeit
- Lieferung frei Haus
- Lieferung frei Verwendungsstelle
- Lieferung ins Ausland
- Lieferung zu verschiedenen Standorten
- Installation der Server
- Herstellung der Stromanschlüsse
- Einbau in vorhandene Racksysteme
- Anschluss an LAN- und SAN-Infrastruktur
- Kundenspezifische Vorkonfiguration der Server
- Übernahme des Asset Managements
- Dokumentation der Konfiguration

Bei Lieferungen von Racks ist eine Ortsbegehung oder eine Information seitens des Auftraggebers über den Transportweg vom Anlieferfahrzeug bis zum Aufstellort notwendig (z. B. befestigte Wege, Türhöhen und -breiten, Nutzgewicht von Aufzügen, Anzahl Stufentreppe uvm.).

12 Umwelt- und Gesundheitsschutz

12.1 Allgemeine gesetzliche Anforderungen

Es sind alle gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, insbesondere ab dem 1. März 2020 die Verordnung 2019 / 424 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Server und Datenspeicherprodukte.

Die Ökodesign Verordnung für Server und Datenspeicherprodukte legt gesetzliche Mindestanforderungen für das Inverkehrbringen dieser Produkttypen in die EU fest. Dies gilt insbesondere für Energie- sowie Materialeffizianzforderungen. Die Anforderungen für Netzteil-Wirkungsgrad und Materialeffizienz gelten dabei für alle Server- und Datenspeicherprodukttypen; Energieeffizianzforderungen hingegen nur für Server mit ein oder zwei Prozessorsockeln. Die Kriterien der Ökodesign Verordnung für Server und Datenspeicherprodukte sind hier zu finden: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1553786820621&uri=CELEX%3A32019R0424>

Gesetzliche Anforderungen gelten für alle x86 Server gleichermaßen und müssen nicht in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden.

12.2 Zertifizierungen und Auszeichnungen zur Nachweisführung

Von den gesetzlichen Anforderungen zu unterscheiden sind freiwillige Zertifizierungen und Auszeichnungen, die besondere Produktmerkmale hervorheben oder die für die Einhaltung besonderer Anforderungen in bestimmten Nutzungsumgebungen als Nachweis dienen.

Öffentliche Auftraggeber können die Vorlage solcher Nachweise verlangen, um die Konformität des Angebots mit den in der Leistungsbeschreibung geforderten Merkmalen leichter nachvollziehen zu können.

Verlangt der Beschaffer die Vorlage eines bestimmten Zertifikats, so muss dies vergaberechtlich verwendbar, also insbesondere zum Nachweis der in der Leistungsbeschreibung geforderten Merkmale geeignet sein (§34 Abs.2 VgV). Außerdem müssen alternative Zertifikate, die gleichwertige Anforderungen an die Leistung stellen, ebenfalls akzeptiert werden. Wichtig ist, zwischen dem Zertifikat als möglichem Nachweis und den eigentlichen Anforderungen an den Beschaffungsgegenstand zu unterscheiden. In einer Ausschreibung müssen die Anforderungen verbindlich formuliert werden. Als Nachweis, dass diese eingehalten werden, können Zertifikate dienen. Herstellererklärungen sollten als Nachweis anerkannt werden, sofern sie entsprechend z. B. durch Test- und Prüfberichte glaubhaft gemacht werden können oder internationalen Normen entsprechen.

Im Folgenden werden die Zertifikate und deren Anwendungsbereiche für x86 Server aufgelistet, die für bestimmte Anforderungen eine Relevanz haben. Welche dieser Nachweise im jeweiligen Anwendungsbereich notwendig sind, muss vom Beschaffer individuell entschieden werden.

ENERGY STAR: ENERGY STAR ist ein freiwilliges Programm der US Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency). ENERGY STAR Produkte werden von unabhängigen Zertifizierungsstellen zertifiziert und in der ENERGY STAR Datenbank ([↗ https://www.energystar.gov/productfinder](https://www.energystar.gov/productfinder)) gelistet. Die EPA verlangt auch, dass eine Produktprobe getestet wird. Gegenwärtig gültig sind die Anforderungen des ENERGY STAR für Computer Server Version 3.0. Die Kriterien für ENERGY STAR Server sind hier zu finden: [↗ https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Version%203.0%20Computer%20Servers%20Program%20Requirements.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Version%203.0%20Computer%20Servers%20Program%20Requirements.pdf). Nach dem Auslaufen des EU Energy Star Programms 2018 sollte das Umweltzeichen selbst in EU Ausschreibungen nicht mehr gefordert werden. Alternativ können die Kriterien des Energy Star in den Ausschreibungsunterlagen verwendet werden.

EPEAT: EPEAT ist ein führendes weltweites Umweltzeichen für die IT Branche. Das EPEAT Programm bietet eine unabhängige Überprüfung der Angaben der Hersteller und das EPEAT-Online-Register listet nachhaltige Produkte einer breiten Palette von Herstellern auf. Die Kriterien für x86 Server, NSF 426 20019, sind hier zu finden: [↗ https://greenelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/2020/01/NSF-426-2019.pdf](https://greenelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/2020/01/NSF-426-2019.pdf)

TCO Certified 8 für Server: TCO Certified ist eine globale Nachhaltigkeitszertifizierung für verschiedene Produktkategorien. Umfassende Kriterien fördern die soziale und ökologische Nachhaltigkeit über den gesamten IT-Produktlebenszyklus hinweg. Die Einhaltung der Vorschriften wird unabhängig voneinander überprüft, sowohl vor als auch nach der Zertifizierung. Die Kriterien für x86 Server sind hier zu finden: [↗ https://tcocertified.com/files/certification/tco-certified-generation-8-for-servers.pdf](https://tcocertified.com/files/certification/tco-certified-generation-8-for-servers.pdf)

Blauer Engel: Der Blaue Engel für Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213) ist ein freiwilliges Umweltzeichen, das besonders umweltschonende Produkte auszeichnen soll. Für alle Produkte, die die Kriterien des Zeichens erfüllen, kann auf Antrag von der RAL gGmbH auf der Grundlage eines Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens für das jeweilige Produkt erteilt werden. Der Anwendungsbereich des Zeichens umfasst alle gängigen Servertypen und Datenspeicherprodukte und geht somit über den Geltungsbereich der Ökodesign Verordnung hinaus. Auch die Schärfe der Vergabekriterien liegt noch einmal deutlich über den Anforderungen der Ökodesign Verordnung, so dass die Verwendung der Kriterien in den Vergabeunterlagen eine deutliche Markteinschränkung bedeuten kann. Daher sollte im Vorfeld der Ausschreibung genau geprüft werden, ob eine genügend große Zahl an Servern oder Datenspeicherprodukten das Umweltzeichen trägt, um einen ausreichenden Wettbewerb zu ermöglichen. Die Vergabekriterien für den Blauen Engel für Server und Datenspeicherprodukte sind hier zu finden: [↗ https://www.blauer-engel.de/de/get/productcategory/169](https://www.blauer-engel.de/de/get/productcategory/169)

12.3 Soziale Nachhaltigkeit

Im Vergabeverfahren sind neben ökonomischen und ökologischen Kriterien auch soziale Aspekte zu berücksichtigen (§§ 97 Abs. 3 GWB, 31 Abs. 3 VgV für die Vergabe im Oberschwellenbereich, §§ 2 Abs. 3, 22 Abs. 2 UVgO für die Vergabe im Unterschwellenbereich). Solche sozialen Aspekte umfassen insbesondere Arbeitnehmerrechte, das Verbot von Kinderarbeit, Arbeitnehmerskimming und die Einhaltung von Rahmenarbeitszeiten beim Bieter sowie bei seinen Zulieferern.

Damit die Berücksichtigung dieser Aspekte in Vergabeverfahren für IT-Produkte und IT-Dienstleistungen gewährleistet ist, kann die Vergabestelle von jedem Bieter im Verfahren die Abgabe einer Erklärung zur sozialen Nachhaltigkeit für IT verlangen. Die Erklärung, ein zugehöriger Textbaustein für die Vertragsgestaltung und Erläuterungen zum Anwendungsbereich sind auf der Internetseite des Beschaffungsamtes des Bundesministeriums des Innern erhältlich. Weiterführende Informationen zur Verpflichtungserklärung zur Sozialen Nachhaltigkeit für IT sind hier zu finden: [↗ http://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/DokumenteNB/Verpflichtungserklärung_ILO_BeschA_Bitkom_2019.html?nn=3631266](http://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/DokumenteNB/Verpflichtungserklärung_ILO_BeschA_Bitkom_2019.html?nn=3631266)

Einen Überblick über weitere Aspekte der nachhaltigen Beschaffung von IT Produkten sind auf dieser Seite des Beschaffungsamtes des Bundes zusammengefasst: [↗ http://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/DokumenteNB/Produktblätter/Informationstechnik.pdf?__blob=publicationFile&v=10](http://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/DokumenteNB/Produktblätter/Informationstechnik.pdf?__blob=publicationFile&v=10)

13 IT-Sicherheit

Für den Einsatz in Rechenzentren wird die Implementierung einer hardwarebasierten Sicherheit immer wichtiger, da Angriffe auf Serversysteme verstärkt schon unterhalb des Betriebssystems auf Hardwareebene stattfinden. Hier helfen bereits in die Hardware eingebaute Signaturen, bei der Sicherstellung, ob die Firmware der einzelnen Komponenten vom Originalhersteller stammt. Es sollte eine einfache Möglichkeit bestehen, die Hardware regelmäßig/automatisch auf Veränderungen an der Firmware zu prüfen. Im Fall von festgestellten Veränderungen sollte wahlweise die Möglichkeit zur schnellen Wiederherstellung des gewünschten Zustandes oder zur forensischen Analyse bestehen. In jedem Fall sollte ein Server mit unerwünschten Veränderungen nicht im normalen Betrieb verbleiben. Die Server sollen die Möglichkeit bieten, die von den CPU Herstellern bereitgestellten Sicherheitsarchitekturen zu unterstützen.

Sehr wichtig für die Sicherheit sind die Einstellungen der Server im UEFI/BIOS und am Managementprozessor. Diese sollten ebenfalls sicherbar und überprüfbar sein, da sie unter anderem das Deaktivieren von Ports und andere wichtige Sicherheitseinstellungen beinhalten. Es sollte generell darauf geachtet werden, dass nicht genutzte Funktionen und Schnittstellen deaktiviert sind. Ideal ist die Bereitstellung einer übersichtlichen Darstellung, ob auf dem Server alle »Best-Practice« Empfehlungen umgesetzt sind. Die Einstellungen sollten in möglichst einfacher Art für eine größere Menge von Servern verteilt werden können, zum Beispiel über Management Tools oder Skripte.

Ein wichtiger Punkt der Sicherheit am Nutzungsende eines Servers für eine Aufgabe ist das sichere Löschen aller Daten auf Festplatten, SSDs und allen im Server befindlichen Chips und Caches. Damit kann eine Weiterverwendung der Hardware an anderen Stellen erreicht werden, was im Zuge von Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft sehr wünschenswert ist. Dies sollte möglichst einfach umsetzbar sein und bereits bei der Beschaffung bedacht werden.

14 Zuschlagskriterien

14.1 Leistungsnachweise

Bei vielen Bewertungskriterien ist eine Bewertung auf der Basis von Eigenerklärungen der Bieter hinreichend möglich und in der Regel ausreichend. Dies gilt insbesondere für Benchmarks.

Es gibt aber Leistungsanforderungen, deren Erfüllung und damit Bewertung sich nachhaltiger durch Messungen an dem konkret angebotenen Leistungsgegenstand nachweisen lassen.

Zu diesen Bewertungskriterien zählt beispielsweise der Stromverbrauch.

Zur Not kann auf die Angaben aus dem Datenblatt zurückgegriffen werden. Hier werden in der Regel jedoch nur Maximalwerte angegeben. Geräuschemissionen können an dieser Stelle vernachlässigt werden, da die Server in der Regel in Rechenzentren bzw. Räumen für technische Einrichtungen und nicht in Bürouräumen installiert werden.

14.2 Bewertungsprozess

Zur Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebotes werden die Angebote hinsichtlich der Leistung und des Preises anhand der vorab erstellten Bewertungsmatrix begutachtet. Dabei werden die Angebote je Bewertungskriterium geprüft und bepunktet. Die ermittelten Punkte werden mit den festgesetzten Gewichtungspunkten multipliziert. Die Ergebnisse werden addiert und ergeben je Angebot die entsprechenden Leistungspunkte.

Nach der Feststellung der Leistungswerte wird das Leistungs-Preis-Verhältnis ermittelt, welches den entscheidenden Anhaltspunkt zur Bestimmung des wirtschaftlichsten Angebotes liefert. Hierzu wird zur Ermittlung der Kennzahl für das Leistungs-Preis-Verhältnis (Z) die Gesamtzahl der Leistungspunkte (L) durch den Gesamtpreis (P) geteilt.

$$Z = L/P$$

Bei komplexeren Ausschreibungen (funktionale Leistungsbeschreibung, zahlreiche B-Kriterien) wird die erweiterte Richtwertmethode empfohlen. Diese ermöglicht für Angebote, deren Kennzahl für das Preis-Leistungs-Verhältnis innerhalb eines zu definierenden Schwankungsbereichs (5 – 10 %) unterhalb der Kennzahl des führenden Angebotes liegen, ein Entscheidungskriterium (Leistung, Preis oder sonstiges wichtiges Kriterium) festzulegen, das dann zwischen allen vorausgewählten Angeboten das wirtschaftlichste ermittelt.

15 Vertragliche Bestimmungen

15.1 EVB-IT

Die Erbringung der ausgeschriebenen Leistungen bzw. die Lieferung der ausgeschriebenen Produkte nach erfolgreichem Abschluss des Vergabeverfahrens erfolgt auf der Grundlage jeweils einschlägiger Verträge. Zur Unterstützung der Vergabestellen haben das Bundesministerium des Innern und Bitkom verschiedene Vertragswerke erarbeitet, die hierfür genutzt werden können. Die Vertragswerke finden sich auf der Internetseite des Beauftragten der Bundesregierung für Informationstechnik ([↗ https://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/Aktuelle_EVB-IT](https://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/Aktuelle_EVB-IT)).

16 Praxishinweise für das Vergabeverfahren

16.1 Markterkundung

Die Markterkundung ist ein wertvolles Hilfsmittel zur Vorbereitung eines Vergabeverfahrens. Richtig durchgeführt, können die Ergebnisse eine aufschlussreiche Hilfe bei der Bedarfsanalyse und der vergaberechtskonformen Formulierung der Bedarfsbeschreibung bzw. der Leistungsbeschreibung sein. Zudem kann ein hoher aktueller Wissensstand des öffentlichen Auftraggebers über die marktüblichen Produkte und Bedingungen die Effizienz der vergaberechtskonformen Auftragsvergabe erhöhen.

Die Markterkundung ist von Gesetzes wegen ausdrücklich zugelassen:

»Vor der Einleitung eines Vergabeverfahrens darf der öffentliche Auftraggeber Markterkundungen ausschließlich zur Vorbereitung der Auftragsvergabe und zur Unterrichtung der Unternehmen über ihre Auftragsvergabepläne und -anforderungen durchführen.« (§ 28 Abs.1 VgV)

Die Vorschrift des § 28 VgV selbst enthält keine Vorgaben zur Art und Weise der Markterkundung. Es kommen mithin die allgemeinen vergaberechtlichen Grundsätze wie Gleichbehandlung und Transparenz zum Tragen. Dieser Leitfaden bietet einen Einstieg in die Markterkundung für Server.

17 Anlagen

17.1 Glossar

Benchmarks

SPEC Benchmark

Das SPEC Konsortium hat eine ganze Reihe von Benchmarks veröffentlicht. Die Beschreibungen der Benchmarks sind über die Webseite <http://www.spec.org> erhältlich. Ein eigenständiges Durchführen der SPEC Benchmarks durch den Beschaffer ist meist unrealistisch, da das Benchmarkverfahren durch spezielle Compiler und Parameteranpassungen sehr komplex, teuer und aufwändig ist. Darüber hinaus können das korrekte Aufsetzen und Durchführen eines Benchmarktests mehrere Tage in Anspruch nehmen.

Die SPEC CPU 2017 Benchmarks umfassen standardisierte, CPU intensive Tests, die rechenintensive Aufgaben abarbeiten, die die Leistung der Prozessoren, des Speicher Subsystems sowie der Compiler messen und vergleichen.

Die SPEC Benchmarks bilden die Leistung beim Abarbeiten rechenintensiver Aufgaben über einen weiten Bereich möglicher Hardwarekombinationen ab und verwenden dabei Arbeitslasten, die auf real existierenden Anwendungen beruhen. Die Benchmarks werden als Sourcecode zur Verfügung gestellt und erfordern den Einsatz von Compiler- und anderen Befehlen über die Eingabekonzole. SPEC CPU 2017 beinhaltet auch eine optionale Messung des Energieverbrauchs.

Die SPEC CPU 2017 Suite umfasst 43 verschiedene Benchmarks, die in vier Benchmarkpakete unterteilt sind:

- SPECspeed® 2017 Integer und SPECspeed® 2017 Floating Point vergleichen die Zeit, die ein Server benötigt, um einzelne Aufgaben (single tasks) abzuarbeiten.
- SPECrate® 2017 Integer und SPECrate® 2017 Floating Point messen den Durchsatz oder die Arbeitsleistung pro Zeiteinheit.

Die Ergebnisse der einzelnen Benchmarks gibt es jeweils in zwei Ausprägungen: »Rate« vs. »Speed« bzw. »Base« vs. »Peak«. Die »Rate« Werte sind dabei nicht-kohärent. Das heißt, sie sind weder abhängig von Verbindungen zwischen Prozessoren noch zwischen einzelnen Systemen. Die »Speed« Werte berücksichtigen hingegen diese Verbindungen.

Der Unterschied in den »Base« und »Peak« Werten ergibt sich vor allem aus unterschiedlichen Optimierungen der Compiler und Bibliotheken. »Base« spiegelt dabei die Leistung ohne Optimierungen wider, »Peak« berücksichtigt diese.

TPC

Das Transaction Performance Processing Council stellt Benchmarks für den Test von Datenbanken zur Verfügung. Die gegenwärtig verfügbaren Benchmarkvarianten sind auf tpc.org zu finden.

SAP SD-Benchmark

SAP ist heute eine der am meisten eingesetzten Standardsoftware in Unternehmen und zunehmend auch in der öffentlichen Hand. Das Unternehmen SAP selbst hat einen Benchmark entwickelt, mit dem sich System- und Datenbankhersteller miteinander vergleichen lassen. Einzelheiten zum SAP SD Benchmark finden Sie auf [↗ https://www.sap.com/about/benchmark/appbm.html](https://www.sap.com/about/benchmark/appbm.html)

VMMark

VMMark wurde von der Firma VMWare entwickelt, um die Eignung von x86 Serverplattformen für die Virtualisierung zu messen. Einzelheiten zum Benchmarkverfahren finden sich unter [↗ https://www.vmware.com/de/products/vmmark.html](https://www.vmware.com/de/products/vmmark.html)

Prozessortechnologien

Socket

Unter dem Begriff Socket versteht man einen Steckplatz für einen Prozessor (CPU) in dem Server. Daher stehen Begriffe wie Zwei-Socket-Server (Engl. Dual-Socket) für Server mit zwei Prozessoren bzw. Single-Socket-Server mit nur einem Prozessor (z. B. für einfache File-Server oder Print-Server). Andere, synonyme Begriffe sind die der Ein-, Zwei-, Vier- oder Acht-Wege Systeme.

Wichtiger Hinweis zu Vier- oder Mehr-Socket-Systemen:

Server mit vier oder mehr Sockeln bzw. Prozessoren sind für spezielle und leistungsstarke Anwendungen geeignet. In diesem Fall sollte ihre Konzeptionierung, Auslegung und Einrichtung durch spezialisierte Fachkräfte erfolgen. Daher sind solche Systeme auch nicht Gegenstand dieses Leitfadens.

Rechenkerne

Jeder aktuelle Prozessor enthält zwei oder mehr Rechenkerne (Engl. Core), die parallel arbeiten. Je mehr Rechenkerne ein Prozessor hat, desto mehr Aufgaben kann er gleichzeitig bewältigen («Multithreading»). Im Gegensatz zu vielen Anwendungen für Desktops oder Notebooks machen Serverapplikationen meist wesentlich effizienter Gebrauch vom Angebot an Rechenkernen.

Taktung, Taktfrequenz

Jeder Prozessor wird von einem Taktgeber angetrieben, der »Clock«. Alle aktuellen Prozessoren passen ihre Arbeitsfrequenz im Betrieb stufenweise dynamisch der Leistungsanforderung an, um bei geringer Auslastung Energie zu sparen. Bei modernen Serverprozessoren werden oft mehrere Taktfrequenzen angegeben, die für unterschiedliche Betriebszustände und bei unterschiedlicher Ausnutzung einzelner Rechenkerne gelten:

Basistaktfrequenz / Grundtaktfrequenz: Taktfrequenz, die ohne Übertaktung auf allen Rechenkernen erreicht wird.

Maximale Taktfrequenz: Taktfrequenz, die einzelne Rechenkerne maximal erreichen können.

Speichercontroller

In Servern wird häufig ein sog. RAID-Controller eingesetzt: RAID (»redundant array of independent disks«) ist die Zusammenfassung von mehreren Festplatten / SSD zu einer Einheit, umso höhere Geschwindigkeit, geringeres Datenverlustrisiko und eine höhere Verfügbarkeit zu erreichen. Die häufigsten Anwendungen von RAID sind:

- RAID 0: Striping – Beschleunigung ohne Redundanz: Ist das einfache Zusammenfassen von (z. B.) zwei Festplatten zu einer. Vorteil: Durch das parallele Schreiben auf beiden Festplatten ist ein hoher Performance-Gewinn zu verzeichnen. Nachteil: Fällt eine Festplatte aus, sind die Daten beider Festplatten verloren.
- RAID 1: Mirroring – Spiegelung: Ist das Vorhalten der identischen Daten auf zwei Festplatten. Vorteil: Geht nur eine Festplatte kaputt, sind die Daten i.d.R. noch auf der anderen Festplatte vorhanden. Nachteil: Es entsteht kein Geschwindigkeitsvorteil. Achtung: RAID 1 ersetzt kein regelmäßiges Backup!
- RAID 5: Leistung + Parität: Ist (wie auch alle weiteren seltener anzutreffenden RAID-Arten) eine Kombination aus den oben genannten Versionen. RAID 5 ist die RAID-Version, die in den Servern in der Regel zum Einsatz kommt. Es werden mindestens drei Festplatten benötigt (oder vier mit Hotspare-Platte). Dabei werden die Platten wie bei RAID 1 als Einheit zusammengefasst, jedoch werden zusätzlich Paritätsinformationen gespeichert. Mit diesen Informationen ist es möglich bei Ausfall einer Platte deren Informationen nach Austausch der Platte wieder zu rekonstruieren oder auf einer vorhandenen fünften Sicherheitsplatte (sogenannter Hotspare-Platte) wieder herzustellen.
- RAID 6: Wie RAID 5 mit doppelter Parität, dadurch jedoch etwas geringere Schreibleistung.
- RAID 10: Kombination aus RAID 1 und RAID 0 für besonders schreibintensive Anwendungen.

Schnittstellen

VGA Video

Serversysteme verfügen in der Regel über einen Video bzw. VGA-Anschluss auf der Rückseite des Gehäuses, teilweise auch vorne. Der VGA-Anschluss ist ein analoger Bildübertragungsstandard für Stecker und Kabelverbindungen zwischen der Grafikkarte des Servers und einer Konsole. Der VGA-Anschluss ist über einen 15-poligen D-Sub-Mini-Anschluss realisiert.

USB

Der Universal Serial Bus (USB) ist ein serielles Bussystem für den Anschluss von externen Geräten. Der USB Anschluss ist sehr weit verbreitet, eine Vielzahl an Produkten auf dem Markt unterstützen diesen Standard und er hat viele ältere Schnittstellen ersetzt. USB ist der Standard zum Anschluss von Tastaturen und Mäusen.

KVM

Häufig werden mehrere Rechnersysteme über eine KVM Infrastruktur an eine zentrale Konsole angebunden. KVM ist der abkürzende Sammelbegriff für Keyboard (Tastatur), Video und Maus. Ein eventuell frontseitig vorhandener VGA-Anschluss kann im Bedarfsfall für den Anschluss an einer Konsole genutzt werden. Integrierte Remote Management Lösungen erlauben optional eine rein IP basierte KVM Lösung.

Seriell

In den 1980er Jahren wurde die serielle Schnittstelle für den Datenaustausch zwischen Rechner und Peripherie entwickelt. Für den Anschluss der seriellen Schnittstelle wird ein 9-poliger Sub-D-Stecker (RS-232) oder ein Ethernet Kabel mit RJ-45 Anschluss verwendet. Die Datenübertragung erfolgt seriell. Die serielle Schnittstelle verliert zunehmend an Bedeutung und ist weitestgehend von USB abgelöst.

PCI

PCI-Express ist ein Erweiterungsstandard zur Verbindung von Peripheriegeräten mit dem Chipsatz der Server Prozessoren. PCI-Express wird auch mit den Begriffen PCIe bzw. PCI-E abgekürzt.

Im Serverumfeld werden PCIe Steckplätze mit 4, 8 oder 16 Datenleitungen angeboten. Ein PCIe Steckplatz der dritten Generation mit 4 Datenleitungen wird mit PCIe Gen3 x4 abgekürzt. Der Server kann über PCIe Steckplätze mit entsprechenden PCIe Steckkarten erweitert werden. PCIe Steckkarten gibt es in verschiedenen Bauformen. Man unterscheidet zwischen Karten mit voller Bauhöhe und voller Länge (full height, full length) und schmaler Bauform (low profile). Die Server bieten je nach Bauform und Technologie unterschiedliche PCIe Steckplätze an, z. B. PCIe

Gen3 x8 full height / full length oder PCIe Gen3 x4 low profile an. Es muss im Einzelfall geprüft werden, ob die gewünschten PCIe Erweiterungskarten in den Server eingebaut werden können.

Ethernet

Ethernet ist ein LAN Standard für die Übermittlung von Daten zwischen zwei Endgeräten. Ethernet wurde bereits in den 1970er Jahren entwickelt und in den 1980er Jahren vom IEEE weiterentwickelt und standardisiert. Heute sind 1 Gb/s Ethernet (1 GbE) bzw. 10 Gb/s Ethernet (10 GbE) Standard, 25 GbE kommende Standard.. Die steigende Leistungsdichte der Server und die bessere Auslastung der Hardware durch Virtualisierung oder Software Defined Storage (SDS) erfordern eine Netzanbindung mit möglichst hohem Datendurchsatz. Hier kommen teilweise noch schnellere Verbindungen mit 40 (mittlerweile veraltet), 50 oder 100 GbE zum Einsatz.

Server haben in der Regel mehrere Ethernet-Ports bereits auf dem Mainboard integriert. Je nach Geschwindigkeit und benötigter Kabellänge werden die Anschlüsse in Kupfertechnologie (Base-T mit RJ-45) oder mit Glasfaser ausgeführt. Weitere Ports sind mit entsprechenden Karten möglich.

Netzwerkkartentreiber innerhalb des Betriebssystems erlauben eine Kanalbündelung von mehreren GbE Ports, um den Datendurchsatz zu erhöhen. Die Kanäle können in diesem Fall aktiv/passiv bzw. aktiv/aktiv betrieben werden und bieten gleichzeitig eine Ausfallsicherheit.

Storage (SAS / SATA, Fibre Channel, iSCSI, NVMeoF)

Es gibt viele Möglichkeiten Storage an ein Serversystem anzubinden. Man unterscheidet primär zwischen lokalem Speicher innerhalb des Serversystems und externem Speicher außerhalb des Serversystems. Der Zugriff auf lokalen Speicher erfolgt im Allgemeinen über SAS /SATA oder NVMe. Der Zugriff auf externen Speicher kann über SAS, FC, iSCSI oder NVMeoF erfolgen. NAS Lösungen sollen an dieser Stelle nicht betrachtet werden.

SAS /SATA

SAS ist die Abkürzung für Serial Attached SCSI. SAS hat die parallele Datenübertragung über einen gemeinsamen SCSI Bus abgelöst. Das SCSI Protokoll wird weiterhin verwendet aber die Übertragung erfolgt seriell über eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen SAS Controller und SAS bzw. SATA Festplatten. Im Gegensatz zu einem SAS Controller kann ein reiner SATA Controller nur SATA Festplatten ansprechen. Der SAS /SATA Controller ist in der Regel bereits auf dem Systemboard des Servers integriert oder kann als PCI Karte nachgerüstet werden. Für den Anschluss einer externen SAS /SATA Festplatteneinheit ohne RAID Funktion benötigt man einen SAS Controller mit externen Ports. Die RAID Gruppen werden in diesem Fall über den SAS Controller des Servers gebildet und können nur von diesem Server direkt genutzt werden. Sollen mehrere Server gemeinsam auf eine SAS /SATA Speicherlösung zugreifen können, muss die Speicherlösung über einen bzw. zwei Storage Controller mit RAID Funktion verfügen. Der Server benötigt hierzu einen SAS Hostbus Adapter mit externen Ports. Die RAID Gruppen werden über die Storage Controller der externen SAS /SATA Speicherlösung gebildet. Es kann nur eine

kleine Anzahl an Servern an die Speicherlösung angeschlossen werden, da jeder Server direkt an einen SAS Anschluss des Storage Controllers angeschlossen wird. Die Entfernung zwischen den Servern und der SAS/SATA Speicherlösung kann nur wenige Meter betragen.

Fibre Channel

Fibre Channel (FC) ist ein optimiertes Protokoll für eine serielle Hochgeschwindigkeitsübertragung von großen Datenmengen. Heute sind Übertragungsraten von bis zu 32 Gb/s möglich. Fibre Channel kann sowohl über Kupfer- als auch Glasfaserleitung (Fiber Optic) übertragen werden. Kupferleitungen werden nur innerhalb der FC Speicherlösung verwendet. Je nach Speicherlösung werden Fibre Channel Festplatten oder SAS/SATA Festplatten im Storage-backend eingesetzt. Server, FC Speicherlösungen und Tape Libraries werden mit Glasfaserkabeln über ein Fibre Channel Netzwerk (Storage Area Network) miteinander verbunden und ermöglichen eine gemeinsame Nutzung aller Ressourcen. Der Server muss mit einem Fibre Channel Hostbus Adapter (PCI Karte) erweitert werden. Im Fibre Channel Umfeld ist die Verfügbarkeit der Daten von höchster Bedeutung. Aus diesem Grund sind die Daten des Fibre Channel Storage im Allgemeinen über mindestens zwei redundante Pfade erreichbar. Alle Komponenten sind redundant auszulegen, damit ein Ausfall einer der Komponenten keine Auswirkung auf die Erreichbarkeit der Daten hat. Das Fibre Channel Netzwerk ist sehr skalierbar und unterstützt eine hohe Anzahl von Servern. Die Entfernung zwischen Server und FC Speicher kann mehrere Kilometer betragen.

iSCSI-Protokoll

iSCSI (internet SCSI) ist eine Möglichkeit zur Anbindung von externen Speicherlösungen. Es erlaubt die Übertragung von SCSI Paketen über eine Ethernet Infrastruktur. Der Einsatz von iSCSI Lösungen ist bei einer Datenübertragungsraten von 1 Gb/s oder 10 Gb/s mit geringen Kosten verbunden und baut auf dem vorhandenen Netzwerk Wissen der IT Abteilung auf. iSCSI hat einen vergleichbar hohen Overhead gegenüber Fibre Channel und das TCP/IP Protokoll ist nicht für den blockbasierten Datenzugriff optimiert. Es ist daher sinnvoll, das iSCSI Netz von dem übrigen LAN getrennt zu halten. Die Netzwerktopologie von iSCSI erlaubt den Zugriff von vielen Servern auf ein gemeinsames iSCSI Storage. Die Server können mit Hilfe eines iSCSI Treibers (iSCSI Initiator) des Betriebssystems über eine Standard Netzwerkkarte auf das iSCSI Netzwerk zugreifen. Die Mehrbelastung für den Server ist bei neuen, leistungsfähigen Prozessoren recht gering. iSCSI Offload und iSCSI Bootfunktionalität kann über einen iSCSI Host Bus Adapter bzw. einer Multifunktionsnetzwerkkarte erreicht werden. Der geringe Datendurchsatz von iSCSI ist problematisch. Um diesem Problem entgegenzuwirken, sollten die Daten auf mehrere Volumes aufgeteilt werden und über verschiedene iSCSI Ports der iSCSI Speicherlösung zugänglich gemacht werden. Die Entfernung zwischen Server und iSCSI Speicher kann mehrere Kilometer betragen, solange die Latenzzeiten gering sind.

NVMeoF

NVMeoF (NVMe over Fabrics) ist ein relativ neues Protokoll zur Anbindung schnellen Speichers über bestehende Verbindungen wie Ethernet oder Fibre Channel als Transportmedium. Da diese Technologie noch sehr neu und auch selten ist, sollte bei einem gewünschten Einsatz unbedingt im Vorfeld eine Beratung durchgeführt werden.

3D XPoint Technologie

Seit 2015 ist eine neue Speichertechnologie mit der Bezeichnung »3D XPoint« auf dem Markt. Bei dieser Speichertechnologie werden die Daten nicht wie bei Flash mit Hilfe von Transistoren gespeichert, vielmehr liegt ein dreidimensionales Rauggitter von Halbleiter- und Leitersträngen vor, an dessen Kreuzungspunkten Daten gespeichert werden können. Hier werden die Daten wie bei Flash nicht-flüchtig gespeichert: Die Daten bleiben im Medium erhalten, auch wenn die Stromzufuhr unterbrochen wird. 3D XPoint ist derzeit primär in der Bauform SSD wie auch als Speicherriegel in der Bauform DIMM erhältlich.

Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon 1.900 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen 1.000 Mittelständler, mehr als 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

**Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
F 030 27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

bitkom