



Desktop PCs produktneutral ausschreiben

Leitfaden für den öffentlichen IT-Einkauf
Stand: September 2019

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

Felicia Fischer | Bitkom e. V.

Titelbild

© Peignault Laurent – unsplash.com

Copyright

Bitkom 2019

Dieser Leitfaden stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte geben die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder. Obwohl die Publikation mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurde, 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	2
1 Einleitung	3
1.1 Anwendung dieses Leitfadens	3
1.2 Produktneutralität als rechtliche Vorgabe	4
2 Desktop PCs als Beschaffungsgegenstand	6
2.1 Benchmarks zur Evaluierung des Beschaffungsgegenstands	6
2.1.1 Benchmark-Überblick	6
2.1.2 Benchmark Entwickler	8
2.1.3 Benchmark-Empfehlungen	8
2.1.4 Benchmark-Beschreibung	8
2.2 Empfehlungen zur Einrichtung der Systeme	9
2.3 Hinweise zur Benchmark-Durchführung	12
2.3.1 Einstellungen	12
2.3.2 Durchführung des Benchmarks	12
2.4 Kaufmännische Modelle der Beschaffung	13
2.5 Services	15
3 Nutzerprofile als Abbild des Arbeitsplatzes	17
3.1 Leistungsklassen	17
3.1.1 Mindestanforderungen anhand exemplarischer Benutzerprofile	17
3.1.2 Überblick über die technischen Mindestanforderungen	17
3.2 Leistungswerte	18
4 Technische Kriterien und Anforderungen	19
4.1 Gehäuseformfaktoren	19
4.2 Interne Erweiterungsmöglichkeiten auf dem Motherboard	20
4.3 Prozessor, Speicher und optische Laufwerke	21
4.4 Grafikeinheit	21
4.5 Netzwerkverbindungen	21
4.6 Schnittstellen/Ausstattung	22
4.7 Betriebssystem	23
5 Sicherheit	24
6 Zuschlagskriterien	27
7 Vertragliche Bestimmungen	28
7.1 EVB-IT	28
7.2 Soziale Nachhaltigkeit	28

Danksagung

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

- Christoph Bansbach, Bechtle Systemhaus Holding AG
- Gerd Bischof, Fujitsu Technology Solutions GmbH
- Tobias Borbe, Dell GmbH
- Volker Fassbender, Lenovo (Deutschland) GmbH
- Felicia Fischer, Bitkom e. V.
- Dr. Heiner Genzken, Intel Deutschland GmbH
- Jan Gütter, AMD Advanced Micro Devices GmbH
- Carl-Daniel Hailfinger, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik BSI
- Susanne Heldt-Zedler, IT-Dienstleistungszentrum Berlin (ITDZ Berlin) Anstalt des öffentlichen Rechts
- Lukas Ickerott, Lenovo (Deutschland) GmbH
- Kevin Kötz, Dell GmbH
- Holger Kuhn, UL International Germany GmbH
- Dominik Manka, AMD Advanced Micro Devices GmbH
- Ulrich Norf, Intel Deutschland GmbH
- Jörg Roskowetz, AMD Advanced Micro Devices GmbH
- Hermann Schön, Fujitsu Technology Solutions GmbH
- Marco Sönksen, Polizei Berlin
- Jörn Werner, Beschaffungssamt des Bundesministeriums des Innern
- Dr. Dietmar Wippig, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik BSI
- Bernhard Wolz, Bundesagentur für Arbeit
- Thomas Zapala, Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw)

1 Einleitung

1.1 Anwendung dieses Leitfadens

Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über die Grundlagen und Kriterien für die Beschaffung von Desktop PCs 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, öffentlichen Auftraggebern in Bund, Ländern und Kommunen eine verlässliche und verständliche Hilfe an die Hand zu geben, damit sie ihre Ausschreibungen zur Beschaffung von Desktop PCs produktneutral, d.h. ohne Verwendung geschützter Markennamen oder Nennung bestimmter Hersteller und unter Berücksichtigung aktueller technischer Anforderungen formulieren können.

Im Mittelpunkt dieses Leitfadens steht die Auflistung technischer Kriterien, anhand derer die Desktop PCs selbst sowie die Anforderungen an ihre Einsatzumgebung und an sonstige Eigenschaften beschrieben und verglichen werden können. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die aufgelisteten technischen Kriterien ständigen Änderungen unterliegen und je nach geplantem Einsatzbereich der anzuschaffenden Geräte unterschiedlich zu gewichten sind. Je höher die Anforderungen an das Produkt sind, desto höher wird auch tendenziell der Angebotspreis ausfallen und desto mehr wird sich das Produktangebot am Markt reduzieren. Schon deswegen kann dieser Leitfaden fachliche Überlegungen und Gewichtungen der jeweiligen Kriterien entsprechend des eigenen Bedarfs 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. In diesem Leitfaden ist das dritte Symbol nicht enthalten. Aus Gründen der Einheitlichkeit der Leitfäden¹ ist es dennoch aufgelistet.

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 Vgl. z. B. den [Leitfaden zur produktneutralen Ausschreibung von Multifunktionsgeräten](#)

1.2 Produktneutralität als rechtliche Vorgabe

Im Vergaberecht gilt eine Pflicht zur Gleichbehandlung von Anbietern und angebotenen Produkten. Die gesetzlichen Grundlagen fordern eine Beschreibung des Beschaffungsgegenstands nach sachlichen und diskriminierungsfreien Kriterien, d.h. eine produktneutrale Leistungsbeschreibung (vgl. § 97 Abs. 2 GWB und § 31 Abs. 6 VgV für EU-weite Vergabeverfahren sowie § 55 Abs. 1 BHO und § 2 Abs. 2 UVgO für die Unterschwellenvergabe).² Bestimmte Produktbezeichnungen oder Markennamen dürfen in Ausschreibungen nur in begründeten Ausnahmefällen verwendet werden, wenn eine hinreichend genaue Beschreibung durch verkehrsübliche Bezeichnungen oder allgemeine Kriterien nicht möglich ist.

Produktneutrale Ausschreibungen können aber auch als Chance gesehen werden. Denn sie gewährleisten einen fairen und offenen Wettbewerb, verhindern technische Vorfestlegungen und dadurch drohende Lock-In-Effekte. Erfolgt die Beschaffung allein nach allgemeinen, sachlichen und technischen Kriterien, erhöht sich die Anzahl konkurrierender Anbieter. Dadurch ergeben sich bessere Wahl- und Einsparmöglichkeiten bei Einkaufsprozessen und Marktchancen durch Anbieterwechsel lassen sich ohne größere Schwierigkeiten nutzen.

Bei öffentlichen Ausschreibungen ist die Vergabestelle im Übrigen gehalten, Kriterien für das anzuschaffende Produkt aufzustellen, die einen Vergleich zwischen verschiedenen Angeboten zulassen und insoweit eine hinreichende Differenzierung ermöglichen. Ein öffentlicher Auftraggeber ist frei darin, anhand welcher Kriterien er die zu beschaffende Ware oder Leistung auswählt, die Zuschlagskriterien müssen jedoch bedarfsbezogen, produktneutral und transparent sein.

Gerade im Bereich der Beschaffung von IT-Produkten ist eine produktneutrale Ausschreibung aber keine leichte Aufgabe und für die betreffenden öffentlichen Stellen häufig mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Die technische Komplexität der Materie, die rasche Abfolge der Produktzyklen und vor allem die Schwierigkeit, die gewünschte Leistungsfähigkeit eines Systems unter Einbeziehung aller technischen Anforderungen abzuschätzen und punktgenau zu beschreiben, stellen öffentliche Beschaffer vor große Herausforderungen.

Genau hier setzt dieser Leitfaden an, indem er kompakt Hilfestellung gibt, um die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben bei der Formulierung der technischen Spezifikationen und damit die Sicherstellung eines fairen Wettbewerbs zu unterstützen. Der Leitfaden benennt und erläutert aktuelle technische Standards, die eine Beschreibung von Desktop PCs nach allgemeinen sachbezogenen Merkmalen ermöglichen. Dabei wird auf die Verwendung von allgemein anerkannten Benchmarkverfahren als einem wesentlichen Baustein einer produktneutralen Leistungs-

² Deutlich formuliert diesen Grundsatz auch Art. 42 Abs. 4 der Richtlinie 2014/24/EU vom 26. Februar 2014: Soweit es nicht durch den Auftragsgegenstand gerechtfertigt ist, darf in technischen Spezifikationen nicht auf eine bestimmte Herstellung oder Herkunft oder ein besonderes Verfahren, das die von einem bestimmten Wirtschaftsteilnehmer bereitgestellten Waren oder Dienstleistungen charakterisiert, oder auf Marken, Patente, Typen, einen bestimmten Ursprung oder eine bestimmte Produktion verwiesen werden, wenn dadurch bestimmte Unternehmen oder bestimmte Waren begünstigt oder ausgeschlossen werden.

beschreibung zurückgegriffen. Die Produktmerkmale und technischen Anforderungen werden kompakt in Tabellenform dargestellt. Um den Leitfaden stets auf dem aktuellen Stand zu halten, wird eine Aktualisierung in regelmäßigen Abständen angestrebt. Hierbei werden neue technische Entwicklungen berücksichtigt und die vorgeschlagenen Benchmarkwerte dem jeweils aktuellen Stand der Technik angepasst.

2 Desktop PCs als Beschaffungsgegenstand

2.1 Benchmarks zur Evaluierung des Beschaffungsgegenstands

Mit der stetigen Weiterentwicklung der Computertechnologie ist es immer schwieriger geworden, die Leistungsfähigkeit einzelner Computersysteme ausschließlich auf der Grundlage ihrer technischen Spezifikationen zu vergleichen. So liefert z. B. ein Prozessor mit einer höheren Taktfrequenz nicht notwendigerweise auch mehr Rechenleistung. Da die Taktfrequenz allein nicht mehr ausreicht, um die Leistungsfähigkeit verschiedener Prozessoren und die Produkte verschiedener Hersteller mit unterschiedlicher interner Architektur zu vergleichen, wurden Tests, so genannte Benchmarks entwickelt, um die Leistungsfähigkeit besser vergleichen zu können.

Die Leistung von Desktop PCs kann mit Hilfe von Benchmarks funktional erfasst werden. Benchmarks sind Programme, die die Gesamtleistung eines Systems oder einzelner Komponenten wie Grafikeinheit, Arbeitsspeicher, Festplatte o. ä. messen. Das Benchmarkprogramm führt dabei eine Reihe standardisierter Tests aus, die bestimmte, für den Anwendungsfall typische Aufgaben simulieren, und generiert abschließend einen Messwert (Score) für die Leistungsfähigkeit dieses Systems. Dieser Messwert spiegelt die momentane Leistungsfähigkeit dieses Systems für den gemessenen Anwendungsfall wider und ermöglicht damit eine objektive, datenbasierte Vergleichbarkeit. Der Benchmark sollte von allen Wettbewerbern (z. B. Hardwareherstellern) anerkannt sein und von unabhängigen Industriekonsortien bzw. Softwareherstellern entwickelt worden sein. Der Vorteil von solchen Benchmarks liegt darin, dass sie eine standardisierte, auf die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Systemarchitekturen ausgerichtete und reproduzierbare Methode für die objektive Leistungsmessung eines Computers bieten.

Angesichts der rasanten Entwicklung der Computertechnologie, der zugrundeliegenden Mikroprozessor-Architekturen und der Anwendungssoftware müssen Benchmarks in der Regel jährlich aktualisiert werden.

2.1.1 Benchmark-Überblick

Angesichts der vielen verschiedenen Benchmarkprogramme ist es für den Öffentlichen Auftraggeber nicht immer einfach, den oder die am besten geeigneten Benchmark(s) für seine Ausschreibung zu bestimmen. Wählt er einen unzumutbaren Benchmark, besteht die Gefahr, Computersysteme zu beschaffen, die für den Bedarfsträger nicht geeignet sind und in diskriminierender Weise an sich geeignete Anbieter vom Vergabeverfahren ausschließen.

Unabhängig davon, an welchen Benchmarks sich die Vergabestelle orientiert, ist es unumgänglich darauf zu achten, dass der zugrunde gelegte Benchmark einer kohärenten Methodik folgt und reproduzierbare Ergebnisse liefert. Abweichungen von der Methodik können dazu führen, dass die

Messergebnisse unzuverlässig und nicht vergleichbar sind. Dies kann sogar zu einer Rüge im Vergabeverfahren führen.

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von Benchmarks:

- Systembenchmarks messen die Gesamtperformance eines Computersystems unter Anwendung eines definierten Anwenderszenarios,
- Komponentenbenchmarks messen die Leistung einzelner Komponenten, wie z. B. der CPU (Central Processing Unit), des Speichers oder der Grafikkarte.

Unabhängig von dieser Unterteilung muss ein Benchmark:

- die Gesamtleistung des Systems und nicht nur die Leistung einzelner Komponenten messen; dabei gewichtet er nicht einzelne Komponenten überproportional,
- Szenarien testen, die auf den geplanten Einsatzzweck ausgerichtet sind. Im Fall dieses Leitfadens für Desktop PCs also Anwendungen aus dem Umfeld typischer Büroumgebungen,
- alle relevanten Hersteller und Computerplattformen repräsentieren; sein Entwicklungsprozess ist unabhängig und transparent,
- in ausgewogener Weise die zu erwartende Leistung während der Laufzeit des Einsatzes der PC widerspiegeln,
- relevant und repräsentativ sein: Vergabestellen sollten Benchmarks wählen, die den geplanten Einsatzzweck der zu beschaffenden Systeme widerspiegeln,
- auf dem aktuellsten Stand sein: Vergabestellen sollten immer die in diesem Leitfaden empfohlene Version nutzen.

Vergabestellen sollten Benchmarks wählen, die von anerkannten Standardisierungsgremien in einem unabhängigen, transparenten und fairen Entwicklungsprozess unter Mitwirkung möglichst aller relevanten Interessenvertreter entwickelt worden sind.

Gute Benchmarks werden ständig aktualisiert, und neue Benchmarks werden regelmäßig vorgestellt, um mit der rasanten Entwicklung und mit den Innovationen in der Computerindustrie Schritt halten zu können. Die Verwendung eines nicht aktuellen Benchmarks zum Vergleich der Leistungsfähigkeit von zwei Computersystemen kann zu verfälschenden Ergebnissen führen. So würde z. B. ein Computersystem, das eine neuartige Technologie verwendet, um die Leistung zu verbessern, benachteiligt, falls ein Benchmark zum Vergleich eingesetzt wird, der diese neue Technologie nicht berücksichtigt und misst. Das System mit der alten Technologie könnte in diesem Beispiel ein höheres (besseres) Ergebnis erzielen als das neuere System mit der verbesserten, schnelleren Technologie. Kurzum: Nicht aktuelle Benchmarks können neue, innovative und leistungsfähigere Produkte benachteiligen. Neben der Aktualität der Benchmarksoftware ist auch auf die Aktualität des für die Messung verwendeten Betriebssystems zu achten.

2.1.2 Benchmark Entwickler

Benchmark-Entwickler können in folgende Kategorien eingeteilt werden:

- Gemeinnützige (non-profit) Benchmark Konsortien (z. B. BAPCo[®], SPEC[®] und EEMBC[®]),
- Gemeinnützige Open Source Benchmarks (z. B. Principled Technologies[®]),
- Kommerzielle unabhängige Benchmarkentwickler (z. B. UL und Kishonti[®] Informatics),
- Kleinere kommerzielle Entwickler (z. B. AnTuTu[®]).

2.1.3 Benchmark-Empfehlungen

Da sie die oben genannten Anforderungen an einen Benchmark vollständig erfüllen und einen sinnvollen Vergleich von PC-Systemen im Umfeld von Büroumgebungen ermöglichen, empfiehlt dieser Leitfaden folgende Benchmarks:

- SYSmark^{*} 2018 – Gesamtergebnis,
- PCMark^{*} 10 Benchmark – Standard Score.

Für speziellere Anwendungsszenarien (z. B. CAD-Workstations) sind unter Umständen auch speziellere Benchmarks notwendig.

2.1.4 Benchmark-Beschreibung

SYSmark^{*} 2018 ist der aktuelle Benchmark des BAPCo^{*} Konsortiums für die Leistungsfähigkeit von Windows-PC-Plattformen. SYSmark^{*} testet mit drei Anwendungsszenarien, nämlich Productivity, Creativity und Responsiveness, die Leistung und bietet als Ergänzung eine Energieverbrauchsmessung für den Leistungstest an. SYSmark^{*} enthält Anwendungen von verschiedenen Softwareentwicklern wie Microsoft^{*}, Google^{*} und Adobe^{*}.³

Als Messergebnisse produziert SYSmark 2018 ein Gesamtergebnis sowie für jedes Anwendungsszenario jeweils einen Wert (höhere Werte sind besser). Unterstützte Betriebssysteme: 64-Bit Microsoft^{*} Windows^{*} 7 und 10.

PCMark^{*} 10 Benchmark ist ein Benchmark von UL, der die Leistungsfähigkeit von Windows-PC-Plattformen misst. Der PCMark^{*} 10 Benchmark misst die Leistungsfähigkeit des Systems in drei Gruppen: Essential, Productivity und Digital Content Creation. In den Tests sind Büro-Anwendungen auszuführen, z. B. das Schreiben von Dokumenten, das Browsen im Internet, das Erstellen von Tabellenkalkulationen und das Durchführen von Videokonferenzanrufen. Desgleichen werden das Bearbeiten von Bildern und Videos sowie Rendern und Visualisierung getestet. PCMark^{*} 10 enthält die Anwendung LibreOffice Calc und Writer der Document Foundation

³ Eine vollständige Liste aller Anwendungen, Gewichtungen, Übersichten zu Sensitivity und Benchmark-Methodik finden sich im BAPCo [White Paper zu SYSmark^{*} 2018](#). Veröffentlichte Testresultate können auf der BAPCo-Webseite unter »Resultate« eingesehen werden (<http://www.Bapco.com>).

sowie selbst erstellte Anwendungen, die mit Standard-Werkzeugen von Microsoft* und der Microsoft Media Foundation* erstellt wurden.⁴

Als Messergebnisse ermittelt PCMark 10 ein Gesamtergebnis sowie jeweils einen Wert für jedes Anwendungsszenario (höhere Werte sind besser). Unterstützte Betriebssysteme: Microsoft* Windows* 7 und 10.

Sollen Desktop-Computer mit einem anderen Betriebssystem als Microsoft Windows betrieben werden (z. B. Linux oder Mac OS X), lassen sich Benchmarkwerte für Windows als erster Anhaltspunkt verwenden, aber die Verwendung eines eigenen Benchmarks für das jeweils verwendete Betriebssystem scheint ratsam.

2.2 Empfehlungen zur Einrichtung der Systeme

Um die Vergleichbarkeit der Benchmarkergebnisse für verschiedene Angebote sicher zu stellen, sollte die Vergabestelle bestimmte Mindestanforderungen zur Einrichtung der Systeme in den Ausschreibungsunterlagen festschreiben. Dies gilt sowohl für die Fälle, in denen die Vergabestelle selbst Benchmarks durchführt oder in Auftrag gibt, als auch für die Fälle, in denen sie den Bietern den Nachweis von Benchmarktests vorgibt.

Nachfolgend sind die erforderlichen, empfohlenen und optionalen Parameter in einer Übersicht dargestellt:

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
Installationsverfahren	Es ist dringend empfohlen, eine Neuinstallation des Betriebssystems durchzuführen und keine Image-Installation zu nutzen. Dies ist in einigen Betriebssystemeigenschaften begründet, wie Super-/Prefetch, welche die Ergebnisse von Images schwer vergleichbar machen können. Außerdem wird erwartet, dass während der Installation die jeweiligen Standardeinstellungen des Betriebssystems verwendet werden. Außerdem sollte die Betriebssystem-Installation im Offline-Modus erfolgen (da ansonsten tagesaktuelle Updates automatisch installiert werden und damit die Vergleichbarkeit erschwert wird).	Erforderlich
Betriebssystem	Benchmarkergebnisse von Windows 10 sollten unter keinen Umständen mit Ergebnissen von Windows 7 oder Linux verglichen werden.	Erforderlich

⁴ Eine vollständige Liste aller Anwendungen, Gewichtungen und die Benchmark-Methodik sind in [Techni-cal Guide« zu PCMark* 10](#) zu finden. Veröffentlichte Testresultate können auf der UL-Benchmark-Webseite eingesehen werden (<https://benchmarks.ul.com>).

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
Betriebssystem, Veröffentlichungs-version	Es wird empfohlen, die jeweils aktuellste Version vorzuschreiben. Es hat sich herausgestellt, dass verschiedene Versionen ein und desselben Betriebssystems (Windows 10 1607 – Windows 10 1803, Windows 7 – Windows 7 SP1 etc.) unterschiedliche Benchmarkergebnisse erzeugen. Aus diesem Grund ist eine Festlegung der genauen Veröffentlichungs-version erforderlich.	Erforderlich
Betriebssystem – Wartungsarbeiten	Es wird dringend empfohlen, das Durchführen der automatischen Wartungsarbeiten des Betriebssystems nach der Installation als erforderlichen Punkt in die Ausschreibungsdokumente aufzunehmen. Sollte der Benchmark direkt nach der Installation gestartet werden, kann das Ergebnis durch die im Hintergrund laufenden Wartungsarbeiten verfälscht werden.	Erforderlich 
Betriebssystem – Änderung von Einstellungen	Es wird empfohlen, eine Veränderung von Einstellungen am Betriebssystem (welche nicht zwingend vom Benchmark benötigt werden) zu verbieten. Ein unvoreingenommener Nutzer des Benchmarks sollte ohne Fachkenntnisse oder Erläuterungen den Benchmark reproduzieren können. Eine Ausnahme von dieser Regel ist der zu verwendende Energieplan. Es wird die Verwendung des Höchstleistungsplans empfohlen, um Schwankungen zu minimieren.	Empfohlen
Betriebssystem – automatische Updates	Es wird empfohlen, die automatischen Updates des Betriebssystems zu deaktivieren bzw. das Testsystem generell ohne Verbindung zum Internet, nur mit den spezifizierten Updates, zu benchmarken. Zulassen von automatischen Updates kann zu unterschiedlichen Softwareständen und damit unter Umständen zur schwereren Vergleichbarkeit führen.	Empfohlen
BIOS Auslieferungseinstellungen	Einige BIOS-Einstellungen können einen erheblichen Einfluss auf die Benchmarkergebnisse haben, und es wird empfohlen, die bei Auslieferung des Geräts eingestellten Optionen zu nutzen.	Empfohlen
BIOS-Version	Es wird empfohlen, die Verwendung der derzeit aktuellsten BIOS-Version des Herstellers vorzuschreiben.	Empfohlen
Treiber-Versionen	Es wird empfohlen, die Verwendung des derzeit aktuellsten Treiberpakets des Systemherstellers vorzuschreiben.	Erforderlich 
Betriebssystem – Kumulative Updates	Neben der Veröffentlichungs-version des Betriebssystems können auch kumulative monatliche Updates einen Einfluss auf die Benchmarkergebnisse haben. Dieser ist allerdings meist nicht so gravierend. Um die Vergleichbarkeit mit älteren Benchmarkergebnissen zu erhalten, ist ein Festlegen der Veröffentlichungs-version meist sinnvoller. Sollte dennoch ein spezieller Updatestand gewünscht sein, ist es sinnvoll, den genauen Namen – KB-Nummer (bei Windows) – des zu verwendenden Updatepakets anzugeben, z. B. Windows 10 1709 KB4090913 (damit Spectre/Meltdown Patches enthalten sind).	Optional

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
Betriebssystem – Sicherheitsupdates	Da Sicherheitsupdates einen messbaren Einfluss auf die Performance des Systems haben können, ist auch darauf zu achten, dass die entsprechenden Messungen für alle Systeme mit dem gleichen Stand an Sicherheitsupdates durchgeführt werden. Ferner ist unbedingt darauf zu achten, dass die einzelnen Sicherheitsfunktionen und -einstellungen des verwendeten Betriebssystems dem Auslieferungszustand des Betriebssystemherstellers entsprechen, um unfaire Benchmark-Vorteile aufgrund der Abschaltung von Sicherheitsfunktionen zu verhindern. Auch hier wird empfohlen, die genauen KB-Nummern (bei Windows) der zu verwendenden Sicherheitsupdates mit anzugeben.	Optional
Anzahl der Benchmarkdurchläufe	Bei der Durchführung von Benchmark-Tests ist davon auszugehen, dass für alle Werte im Test Schwankungen im Bereich von 2–5 % in jeder Testrunde auftreten können. Mehrere Messungen erbringen eine größere Genauigkeit. Bei den von diesem Leitfaden empfohlenen Benchmarks hat sich jedoch ein einzelner Durchlauf als ausreichend zuverlässig herausgestellt. Sollten dennoch mehrere Durchläufe gewünscht sein, ist dies in den Ausschreibungsunterlagen anzugeben. Außerdem muss in diesem Fall angegeben werden, welche Berechnung zur Ermittlung des Endwertes verwendet werden soll (z. B. Arithmetisches Mittel), wenn nicht schon vom Benchmarkhersteller automatisch durchgeführt.	Optional
Auflösung	Es wird empfohlen, die Benchmarks in der derzeit üblichen Auflösung von 1920x1080 (FHD) durchzuführen. Bei internen Messungen konnten keine erheblichen Unterschiede zwischen niedrigeren und geringfügig höheren Auflösungen festgestellt werden. Einzig bei der hauptsächlichen Verwendung von ≥4k Monitoren sollte eine Abweichung von dieser Auflösung in Betracht gezogen werden.	Optional
Zusätzliche Programme	Einige Hersteller bieten Programme an, welche die Systemleistung durch Setzen bestimmter BIOS- und/oder Betriebssystemeinstellungen positiv beeinflussen können. Je nach der verwendeten Software im Benchmarkprogramm kann dies auch einen Einfluss auf den Benchmarkscore haben. Es ist die Entscheidung der Vergabestelle, ob solche Produkte zugelassen sind. Sollten sie zugelassen sein, wird empfohlen, vorzuschreiben, dass die verwendete Software direkt vom Systemhersteller angeboten, frei verfügbar oder bereits im Angebotspreis inbegriffen sein muss.	Optional

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
Benchmarkversion	Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens werden die jeweiligen Hauptversionen der Benchmarks PCMark 10 und Sysmark 2018 empfohlen (PCMark10 Version 1.x.xxxx ⁵ und Sysmark 2018 Version 1.x.x.xx ⁵). Nach Aussage der Benchmarkentwickler sollten alle Ergebnisse dieser Hauptversion miteinander vergleichbar sein. Die erhältlichen Patches verbessern nur die Kompatibilität und Stabilität mit neueren Betriebssystemversionen. Ein Festlegen dieser Unterversionen ist demnach nicht zwingend notwendig. Sollte dennoch, aufgrund abweichender Erkenntnisse, eine Festlegung notwendig werden, ist die zu verwendende Version exakt in den Ausschreibungsunterlagen vorzugeben.	Optional
Sprachversion des Betriebssystems	Derzeit gibt es keine Performanceunterschiede zwischen der englischen und deutschen Sprachversion des Betriebssystems.	Optional

2.3 Hinweise zur Benchmark-Durchführung

Dieser Leitfaden empfiehlt, in den Ausschreibungsunterlagen die Durchführung der Benchmarks genau vorzuschreiben, oder alternativ auf dieses Kapitel zu verweisen.

2.3.1 Einstellungen

Über die grundlegenden Einstellungen des Referenzsystems hinaus bieten Betriebssysteme viele Einstellungsmöglichkeiten, die zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Sollten Einstellungen über die Empfehlungen des vorangegangenen Abschnitts und die Standardeinstellungen des Betriebssystems hinausgehen, empfiehlt sich die Erstellung eines Protokolls der verwendeten Einstellungen. Dieses Protokoll ist mit den Ausschreibungsunterlagen einzureichen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, ist es notwendig, die angegebene Prozedur für die Durchführung von Benchmarks genau einzuhalten.

2.3.2 Durchführung des Benchmarks

Der Grundsatz dieser Ausführungsanleitung ist, dass ein Anwender, der alle durch die Vergabestelle vorgeschriebenen Parameter einhält, sonst aber keine weiteren technischen Kenntnisse besitzt, das Benchmarkergebnis reproduzieren können sollte. Alle Veränderungen am Betriebssystem sowie des BIOS, sofern nicht ausdrücklich erlaubt oder zwingend zur Durchführung des Benchmarks erforderlich, welche eine nähere Erläuterung benötigen würden, sind nicht gestattet.

⁵ Da kontinuierlich an der Weiterentwicklung der Benchmarks gearbeitet wird, ist an dieser Stelle keine Version genannt. Es sollte die jeweils aktuellste Benchmarkversion herangezogen werden.

Sofern nicht anderweitig durch die Vergabestelle spezifiziert, sind folgende Schritte chronologisch durchzuführen:

1. Aktualisierung des BIOS auf die derzeit aktuellste Version und Wiederherstellen des Auslieferungszustandes des BIOS.
2. Saubere Installation des vorgeschriebenen Betriebssystems mit Standardeinstellungen (automatische Partitionierung) aus der Originalquelle des Betriebssystemherstellers.
3. Installation aller aktuellen vom Hersteller zur Verfügung gestellten Treiber. Um sicherzustellen, dass alle Treiber installiert sind und alle Geräte (ohne Fehlermeldungen) aufgelistet sind, kann der Geräte-Manager verwendet werden.
4. Installation aller von der Vergabestelle vorgeschriebenen Betriebssystem-Updates. Sollten keine Updates vorgeschrieben sein, so ist, sofern nicht anderweitig vorgeschrieben, die aktuelle Veröffentlichungsversion des Betriebssystems zu nutzen.
5. Installation der vorgeschriebenen Benchmarksoftware mit Standardeinstellungen.
6. Installation etwaiger Updates der Benchmarksoftware, die zur Durchführung des Benchmarks benötigt werden.
7. Durchführung und Fertigstellen einer Datenträgerbereinigung und der automatischen Wartungsarbeiten. Bei mechanischen Festplatten ist außerdem noch eine Defragmentierung durchzuführen.
8. Einstellen des Energiesparplans »Höchstleistung«. Bei einigen Systemen ist es notwendig, diesen Energiesparplan manuell hinzuzufügen.
9. Starten eines Durchlaufs der jeweiligen Benchmarksoftware mit Standardeinstellungen.

2.4 Kaufmännische Modelle der Beschaffung

Eine Beschaffung von Desktop PCs kann über Miete, Kauf oder Leasing erfolgen. Im Unterschied zur Miete erhält der Auftraggeber beim Leasing am Ende der vertraglichen Nutzungsdauer im Regelfall eine Kaufoption für den Leasinggegenstand. Welche Vorgehensweise der Beschaffer wählt, hängt nicht zuletzt davon ab, ob ihm ein einmaliges Budget oder ein Budget über mehrere Jahre zur Verfügung steht.

Die Entscheidung für eines der genannten Beschaffungsmodelle ist im Regelfall bereits im Vorfeld der Beschaffungsmaßnahme im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu treffen. Dabei ist auch zu entscheiden, ob Hardware und Betriebssystem aus einer Hand auf einheitlicher vertraglicher Grundlage (Bundling) oder von verschiedenen Anbietern bezogen werden

sollen. Software-Hersteller bieten für Software, die in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden soll, teilweise besondere Lizenzmodelle an.

Nach ertragsteuerlichen Vorschriften ist eine betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer für Personalcomputer von drei Jahren anerkannt.⁶ Die Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussonderung und Verwertung von IT-Geräten und Software sieht eine Mindestnutzungsdauer für Arbeitsplatz PCs in der öffentlichen Verwaltung von fünf Jahren vor.⁷ Die Beschaffungskalkulation kann sich also an diesen Nutzungsdauern orientieren.⁸

Eine nicht unwesentliche Konsequenz aus der Wahl des Beschaffungsmodells betrifft die Umsatzsteuer. Bei Miete fällt die Umsatzsteuer auf die jeweiligen Mietraten an und ist zusammen mit den Mietraten zu zahlen. Beim Kauf fällt die komplette Umsatzsteuer bei Lieferung (= Überlassung des Gerätes an den Auftraggeber) an. Die gesamte Umsatzsteuer entsteht auch dann bei Lieferung des Gerätes, wenn das Eigentum an dem Gerät nach dem Vertrag erst nach Zahlung mehrerer Raten übergehen soll. Hängt der Eigentumsübergang bei einem Mietkauf von der Ausübung einer Kaufoption ab, ist Umsatzsteuer auf den gesamten Gerätepreis bei vertragsgemäßer Ausübung der Option zu zahlen. Wurden vor Ausübung der Option bereits Mietraten geleistet, sind die darauf angefallenen Umsatzsteuerzahlungen rückabzuwickeln, wenn die Mietraten auf den Kaufpreis angerechnet werden. Beim Leasing fällt die Umsatzsteuer in dem Zeitpunkt an, zu dem nach den steuerlichen Vorschriften das geleaste Gerät dem Auftraggeber zuzurechnen ist.⁹

	Kaufmännische Modelle		
	Hard- und Software von verschiedenen Anbietern	Bundling	Finanzierung (Miete/Leasing)
Hardware	Kauf	Kauf	Miete oder Leasing
Betriebssystem	Kauf und/oder Lizenzierung (Lizenzmodell beachten, kann je nach Betriebssystem kostenlos sein). Information der unterschiedlichen Lizenzmodelle bei den jeweiligen Herstellern erfragen.	Kauf und/oder Lizenzierung (Lizenzmodell beachten, kann je nach Betriebssystem kostenlos sein). Information der unterschiedlichen Lizenzmodelle bei den jeweiligen Herstellern erfragen.	Miete oder Leasing (Lizenzmodell beachten, kann je nach Betriebssystem kostenlos sein)

6 Vgl. [AfA-Tabelle des Bundesministeriums der Finanzen für allgemein verwendbare Anlagegüter](#), Ziffer 6.14.3.2

7 Vgl. [IT-Ratsbeschluss 2013/07](#)

8 Allerdings weist das Umweltbundesamt in einer [Position vom Juni 2016](#) darauf hin, dass eine kurz kalkulierte Nutzungsdauer bei einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren zu höheren Lebenszykluskosten und höheren externen Kosten (z. B. Kosten aufgrund von Treibhausgasemissionen) führt.

9 Vgl. zu diesen umsatzsteuerlichen Konsequenzen die Ausführungen der Finanzverwaltung in Abschnitt 3.5 Abs. 5 und 6 des Umsatzsteuer-Anwendungserlasses (UStAE)

Kaufmännische Modelle			
	Hard- und Software von verschiedenen Anbietern	Bundling	Finanzierung (Miete/Leasing)
Kosten für Hardware-Service (z. B. Reparatur, Wartung)	Trägt Auftraggeber	Trägt Auftraggeber	Entgelt deckt Serviceleistungen ab
Kosten für Software-Service (z. B. Bereitstellen und Einspielen von Updates)	Trägt Auftraggeber	Trägt Auftraggeber	Entgelt deckt Serviceleistungen ab
Eigentum von Hardware	Auftraggeber	Auftraggeber	Auftragnehmer

2.5 Services

Das Leistungsportfolio des Anbieters muss nicht auf die Lieferung von Hardware und Software beschränkt sein, sondern kann auch weitere, mit dem Liefergegenstand in Zusammenhang stehende Leistungen umfassen. Denkbar wäre z. B. ein Angebot, auf der Grundlage eines separaten Service-Vertrages oder über eine Garantieverlängerung die gelieferte Hardware und die ggf. mitgelieferte Software zu warten und auf aktuellem Stand zu halten. Des Weiteren können zusätzliche Service-Dienstleistungen wie Störungsbeseitigung oder Hotline-Dienste zusätzlich zur reinen Hardware- oder Software-Beschaffung in Auftrag gegeben werden.

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

Marktübliche Angebote unterscheiden sich nach:

- Dauer des Vertrages
- Reaktionszeiten (Zeit zwischen Störungsmeldung und erster Reaktion des Supports)
- Wiederherstellungszeit (Zeit zwischen Störungsmeldung und Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft des Systems)
- Ersatzteillogistik
- Zusätzlich angebotenen technischen Dienstleistungen (Abrechnung nach Aufwand in Stundensätzen und Reisekosten)
- Eventuellen Vertragsstrafen bei Nichteinhaltung der Reaktions- und Wiederherstellungszeiten.

Anforderungen können je nach Bedarf sein:

- 3, 4 oder 5 Jahre vor-Ort-Service
- Vor-Ort-Service mit einer Reaktionszeit von x Stunden. Üblich ist eine Reaktionszeit von einer Stunde (kann auch als Auto-Response erfolgen) innerhalb der üblichen Bürozeiten (z. B. 8 bis 17 Uhr). Ansonsten nächster Arbeitstag.
- Vor-Ort-Service mit einer Wiederherstellungszeit von x Stunden (Art und Umfang ergeben sich aus dem Einsatzzweck. Geringerer Aufpreis bei Wiederherstellungszeit von zwei Arbeitstagen, kürzere Zeiten sind möglich, wirken sich aber auf die Preisgestaltung aus).



- Verfügbarkeit der deutschsprachigen Hotline x Stunden y Tage die Woche
- Ersatzteillieferung ohne Austausch durch den Servicetechniker
- Ersatzteilverhaltung beim Kunden
- Nach Zusendung eines Ersatzdatenträgers auftraggeberseitige Vernichtung defekter Datenträger ohne Rückgabe (je nach Sicherheitsanforderungen).

Im Rahmen von Beschaffungen von hochverfügbaren oder sicherheitsrelevanten Lösungen lassen sich individuelle Vereinbarungen treffen. Hier muss eine Abwägung zwischen Notwendigkeit der Anforderungen und den dadurch verursachten Kosten vorgenommen werden.

Für den Kauf von Desktop PCs können beispielsweise bei Bedarf folgende zusätzliche Spezifikationen festgelegt werden:

- maximale Lieferzeit
- Lieferung frei Haus
- Lieferung ins Ausland
- Lieferung zu verschiedenen Standorten
- Lieferung in einzelne Räume
- Vorinstallation des mitzuliefernden Betriebssystems
- Vorinstallation zusätzlicher Software
- Erstellung von Sicherheitskopien des mitzuliefernden Betriebssystems.

3 Nutzerprofile als Abbild des Arbeitsplatzes

Um die Beschaffung besser am tatsächlichen Bedarf ausrichten zu können, empfiehlt dieser Leitfaden die Einordnung des ermittelten Bedarfs in unterschiedliche Leistungsklassen. Die empfohlenen Leistungsklassen entsprechen dabei häufigen Nutzungsszenarien in Unternehmen und öffentlicher Verwaltung. Innerhalb der empfohlenen Anforderungen der Leistungsklassen kann auf ein vielfältiges Angebot von Geräten auf dem freien Markt zurückgegriffen werden.

3.1 Leistungsklassen

3.1.1 Mindestanforderungen anhand exemplarischer Benutzerprofile

Die folgenden zwei Benutzerprofile beschreiben die Anwendungen, die aufgabenbezogen täglich auf dem PC zur Verfügung stehen müssen. Diese Benutzerprofile bilden daher die Basis zur Festlegung der Systemkonfigurationen (Standard-System, Hochleistungs-System).

Benutzerprofil	Typische Anwendungen	Klassifizierung
Büro-Sachbearbeiter	(1) Email-Client, (2) Web-Browser, (3) Textverarbeitung, (4) PDF-Reader, (5) Viren-Scanner, (6) isolierte Fachanwendungen (z. B. Zeiterfassung, Telefonauskunft), (7) Browser-basierte Fachanwendungen, (8) Webkonferenzen, Videokonferenzen	Standard-System
Sachbearbeiter, Führungskräfte, Sonderarbeitsplätze	(1) Email-Client, (2) Web-Browser, (3) Textverarbeitung, (4) Desktop Publishing-Software, (5) Tabellenkalkulation, (6) Präsentations-Software, (7) Visualisierungs-Software (z. B. Visio), (8) Projektplanungs-Software, (9) Desktop-Datenbank, (10) PDF-Reader, (11) Viren-Scanner, (12) isolierte Fachanwendungen (z. B. Zeiterfassung, Telefonauskunft), (13) Browser-basierte Fachanwendungen, (14) komplexe Client/Server-basierte Fachanwendungen, (15) Grafik-Software (2D-/3D-/Vektor-Grafik) → z. B. AutoCAD	Hochleistungs-System

3.1.2 Überblick über die technischen Mindestanforderungen

Nachfolgend sind die Empfehlungen für die Mindestanforderungen zur Konfiguration des Standard- und des Hochleistungs-Systems zusammengefasst. In den nachfolgenden Abschnitten werden diese detailliert erläutert.

Systemkomponenten	Standard-System	Hochleistungs-System
Gehäuse	SFF ¹⁰	Midi Tower
Motherboard	entspr. Gehäuse	entspr. Gehäuse

¹⁰ SFF = Small Form Factor; damit wird ein Computertyp bezeichnet, der für ein vergleichsweise kleines Gehäuse optimiert wurde, vgl. auch unten Kapitel 4.1

Systemkomponenten	Standard-System	Hochleistungs-System
Prozessor	X86-Architektur (64-Bit)	X86-Architektur (64-Bit)
Speicher (RAM) DDR4	8 GByte	16 GByte
SSD	250 GB SATA	512 GB SATA
Grafik/PCIe Steckkarte	Onboard	Onboard oder dediziert (DirectX 12 Unterstützung bei Nutzung von Microsoft Windows, ansonsten OpenGL4.4)
Netzwerkverbindung	RJ45 und ggf. WLAN	RJ45 und ggf. WLAN
Schnittstellen	2 digitale Display-Schnittstellen 4x USB 2.0 2x USB 3.x AUDIO	2 digitale Display-Schnittstellen 4x USB 2.0 2x USB 3.x AUDIO

3.2 Leistungswerte

Leistungsanforderungen sind nach Benchmarkverfahren aufgliedert in der folgenden Tabelle gegenübergestellt.

	Standard-APC	Hochleistungs-APC
SYSmark® 2018¹¹	850	1100
PCMark 10 Benchmark	2900	3800

¹¹ AMD (kein Mitglied von BAPCo) macht auf folgenden Umstand aufmerksam:

Laut BAPCo ist bei der Anwendung von BAPCo SYSMark 2018 Folgendes zu berücksichtigen:

Die zum Test des Video Encodings verwendete Testsoftware »Cyberlink PowerDirector 15« nutzt auf Plattformen eines Prozessorherstellers (Intel) sogenannte Hardware-Encoder, welche von diesem Prozessorhersteller zur Verfügung gestellt werden. Auf allen anderen Plattformen wird ein Software-Encoder verwendet, obwohl Hardware-Encoder für diese Plattformen vorhanden sind.

Der Anteil des Encoding am Gesamtergebnis beträgt (laut BAPCo) beim Intel-basierten Kalibrierungssystem 3,2 Prozent und beim AMD-basierten System 2,7 Prozent (vgl. aktuellen Version des [BAPCo White Papers](#) (derzeit Version 1.1., Seite 26)).

Technologisch bedingt sind in der Regel Hardware-Encoder (unter Berücksichtigung von Testaufbau und -umgebung) deutlich schneller als Software-Encoder. Eine Anpassung der Testsoftware (zu einer einheitlichen Lösung des Encoding-Verfahrens) ist angeregt.

4 Technische Kriterien und Anforderungen

Die ausschreibende Stelle hat den Beschaffungsgegenstand nach allgemeinen Merkmalen so zu beschreiben, dass ein Vergleich zwischen den daraufhin eingehenden Angeboten möglich ist. In diesem Leitfaden werden in Tabellenform verschiedene Kriterien aufgelistet, die als Parameter für die Beschreibung von Desktop PCs geeignet sind. Um diese Parameter bewertbar und vergleichbar zu machen, werden den Kriterien technische Anforderungen zugeordnet. Mindestanforderungen addieren sich zu einem Standard, der nach aktuellem Stand der Technik zu erwarten ist, von allen aktuell am Markt angebotenen Geräten neuerer Bauart erreicht wird und bei Ausschreibungen nicht unterschritten werden sollte. In der letzten Spalte werden weitere Hinweise und Konkretisierungen zu den technischen Anforderungen gegeben.

Über die hier empfohlenen Mindestanforderungen hinaus können weitere Anforderungen im Rahmen von gewichteten Bewertungskriterien formuliert werden. Der Auftraggeber kann darüber hinaus in den Vergabeunterlagen weitere Kriterien und weitere Anforderungen definieren, wenn er besondere Anforderungen an den Beschaffungsgegenstand stellt. Bei Desktop PCs sind bestimmte Anforderungen besonders relevant. Sie werden im Folgenden in ihren jeweiligen technischen Aspekten im Einzelnen betrachtet.

4.1 Gehäuseformfaktoren

Die Eignung eines Desktop PCs hängt wesentlich von seinen Abmaßen, der Erweiterbarkeit und der Anzahl der Schnittstellen ab.

Kategorie	Übliches Gehäusevolumen	Merkmale
Mini PC	Max. 2 Liter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kleiner, platz- und stromsparender Formfaktor mit stark wachsendem Marktanteil ▪ Können häufig platzsparend hinter dem Monitor montiert werden ▪ Preislich vergleichbar mit SFF oder Tower PCs bzw. sogar günstiger ▪ Verfügen üblicherweise über kein integriertes optisches Laufwerk und keine PCIe-Schnittstellen ▪ Können lüfterlos und damit geräuschlos sein (Achtung: Einfluss auf die Performance)
Small Form Factor (SFF)	Max. 10 Liter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutlich größer und schwerer als Mini PCs ▪ Höherer Stromverbrauch als Mini PCs ▪ Kann mit einem optischen Laufwerk ausgestattet werden und verfügt über Erweiterungsmöglichkeiten über PCIe ▪ In der Regel mehr Schnittstellen und Anschlussmöglichkeiten als bei Mini PCs ▪ Geringere Geräusentwicklung

Kategorie	Übliches Gehäusevolumen	Merkmale
Tower (Mini, Medi, Tower)	Max. 30 Liter	Der Marktanteil von Tower-Modellen ist stark rückläufig. Diese bieten gegenüber SFF-Modellen nur geringe Vorteile (mehr Schnittstellen), sind aber deutlich größer und unhandlicher und eignen sich in der Regel nicht zum Aufstellen auf dem Schreibtisch.

4.2 Interne Erweiterungsmöglichkeiten auf dem Motherboard

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen
1	Maximale Abmaße	Gehäuseabmessungen (Breite x Höhe x Tiefe)	Mindestanforderung	<ul style="list-style-type: none"> Mini PC: 195 mm x 60 mm x 210 mm SFF PC: 110 mm x 350 mm x 310 mm Tower: 180 mm x 420 mm x 380 mm
2	PCIe Steckplätze	Anzahl an freien Steckplätzen	Mindestanforderung	<ul style="list-style-type: none"> Mini-PC: Keine SFF/Tower: 1x* PCIe 3.0 x16 und 1x PCIe 3.0 x1
3	SATA Anschlüsse	6.0 Gbp/s	Mindestanforderung	<ul style="list-style-type: none"> Mini PC: 1 Anschluss SFF: 2 Anschlüsse Tower: 3 Anschlüsse
4	Schnittstellen M.2 zum Anschluss von SSDs	<ul style="list-style-type: none"> 1 Anschluss 	Mindestanforderung	
		<ul style="list-style-type: none"> Unterstützte Protokolle 	Bewertungskriterium	Unterstützung sowohl von SATA als auch PCIe
5	Staubfilter		Bewertungskriterium	Bei einigen Herstellern ist optional ein zusätzlicher Staubfilter verfügbar, um die Lebenszeit des Geräts zu verlängern
6	Werkzeugloser Gehäusezugang		Bewertungskriterium	Bei einigen Geräten ist ein werkzeugloser Gehäusezugang und das werkzeuglose Tauschen von optischem Laufwerk und Arbeitsspeicher möglich

4.3 Prozessor, Speicher und optische Laufwerke

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen
1	Prozessortyp (CPU)	<ul style="list-style-type: none"> x86 Architektur (64-Bit) Multi-Core 	Mindestanforderung	
2	Arbeitsspeicher (RAM)	<ul style="list-style-type: none"> 8 GB (2x 4 GB/1x 8 GB) 	Mindestanforderung	Üblicherweise verfügen PCs über mindestens zwei Speichersteckplätze.
		<ul style="list-style-type: none"> DDR 4 bzw. LPDDR3 	Mindestanforderung	
		<ul style="list-style-type: none"> Erweiterbarkeit 	Bewertungskriterium	Eine größere Anzahl an Speichersteckplätzen kann als Bewertungskriterium aufgenommen werden.
3	Massenspeicher	<ul style="list-style-type: none"> 200 GB SSD 	Mindestanforderung	Bei größerem Speicherbedarf evtl. Einsatz von HDDs sinnvoll.
4	Optische Laufwerke	<ul style="list-style-type: none"> Intern, DVD RW 	Bewertungskriterium	Für Mini-PCs in der Regel nicht verfügbar auf Grund des kleinen Gehäuses

4.4 Grafikeinheit

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen
1	Grafikeinheit (integriert)	<ul style="list-style-type: none"> Integriert in CPU DirectX 12-fähig 	Mindestanforderung	Die Grafikeinheit befindet sich in der CPU/APU.
2	Grafikeinheit (diskret)	<ul style="list-style-type: none"> Diskret DirectX 12-fähig 	Bewertungskriterium	Die Grafikeinheit befindet sich als eigenständige Einheit auf dem Motherboard. Für Workstations, z. B. CAD/CAM-Arbeitsplätze

4.5 Netzwerkverbindungen

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
1	Ethernet	<ul style="list-style-type: none"> RJ 45 Ethernet 10/100/1000 Mbit 	Mindestanforderung	
		<ul style="list-style-type: none"> WOL/PXE 2.x 	Mindestanforderung	WOL sollte auch aus den Energiesparzuständen S4 und S5 möglich sein.
2	WLAN	<ul style="list-style-type: none"> WLAN gemäß IEEE 802.11n (Dual Band 2.4 und 5 GHz) 	Bewertungskriterium	WLAN ist bei PCs optional verfügbar. Falls WLAN verbaut wird, muss IEEE 802.11 (AC A, B, G, N) benutzt werden. Falls verbaut, sollte es im BIOS abschaltbar sein.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
3	Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> Version 4.x 	Bewertungskriterium	Bluetooth ist optional verfügbar. Falls verbaut, sollte es im BIOS abschaltbar sein. Bei den WLAN/Bluetooth-Modulen handelt es sich in der Regel um Combo-Module.

4.6 Schnittstellen/Ausstattung

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
1	USB	<ul style="list-style-type: none"> 6 x USB Typ-A, davon mindestens 2 x USB 3.x vorne 	Mindestanforderung	Mindestens 2 USB-Schnittstellen müssen sich an der Vorder- (Achtung: Mini PCs meist nur 2-3) und 4 USB-Schnittstellen an der Rückseite des Geräts befinden.
2	Displayausgang	<ul style="list-style-type: none"> 2 Digitalanschlüsse für Bildschirme 	Mindestanforderung	Der genaue Typ sollte spezifiziert werden (z. B. HDMI, oder DisplayPort), Adapter sollten zugelassen werden, um einen breiten Wettbewerb zu gewährleisten. Auch VGA-Anschlüsse sind noch teilweise verfügbar. Bei Mini PCs sind häufig auch drei Digitalanschlüsse verfügbar.
3	Audio	<ul style="list-style-type: none"> Audio-In & Audio-Out 	Mindestanforderung	Erfüllung auch durch Bereitstellung einer Kombi-Schnittstelle
4	Tastatur	<ul style="list-style-type: none"> Deutsches Tastatur-Layout 	Mindestanforderung	
		<ul style="list-style-type: none"> Start des Gerätes über die Tastatur (Power-on-over-keyboard) 	Bewertungskriterium	Gerade bei Mini-PCs, die sich häufig hinter dem Monitor befinden, ist das Anschalten des Gerätes über die Tastatur für den Anwender sehr praktisch.
5	Maus	Optische Maus mit zwei Tasten und Scrollrad	Mindestanforderung	Anschluss üblicherweise über USB
6	PS/2 Schnittstellen			PS/2 Schnittstellen entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik
7	Serielle Schnittstelle	9 Pins	Bewertungskriterium 	Serielle Schnittstellen entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik
8	SD-Kartenleser	SD-Version >=3.0	Bewertungskriterium	
9	Netzteil	<ul style="list-style-type: none"> Leistung 	Bewertungskriterium	Ausreichend dimensioniertes Netzteil, um auch zusätzlich übliche Erweiterungskarten mit Strom versorgen zu können. Sollte keine Erweiterung nötig sein, sollte über einen anderen Formfaktor des Gehäuses nachgedacht werden
		<ul style="list-style-type: none"> Effizienz 	Mindestanforderung	Wirkungsgrad von >= 85%

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
10	Akustischer Signalgeber	Integriert	Mindestanforderung	Akustischer Signalgeber für Systemmeldungen (normalerweise auf Board integriert)
11	Lautsprecher		Bewertungskriterium	
12	Mikrofon	Mono	Bewertungskriterium	Optional; sollte bei Sicherheitsbedenken nicht verbaut sein.

4.7 Betriebssystem

Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
Betriebssystem	OEM Lizenz	Mindestanforderung	<p>Am häufigsten verwendetes Betriebssystem ist aktuell Windows 10. Für Windows 7 wird kein regulärer, sondern nur noch ein erweiterter Support bereitgestellt.¹² Soweit ältere Betriebssysteme als Windows 10 vorhanden sind, sollte die Beschaffung ggf. zum Anlass genommen werden, auf ein neues Betriebssystem umzusteigen. Eine Festlegung auf Windows LTSB/LTSC ist ausdrücklich nicht zu empfehlen, da diese Versionen nur für Industrie PC und ähnlich statische IT-Systeme vorgesehen sind (es gibt keine Updates für neue Geräte und Funktionen (z. B. unterstützt Office Pro Plus kein LTSC, hier muss Office 2019 verwendet werden). Die meisten PC-Hersteller unterstützen ausschließlich den Windows 10 SAC (Semi-Annual Channel) hinsichtlich Support und Treiberunterstützung. Daher kann es zu Einschränkungen der Funktionalität und Ablehnung von Supportunterstützung kommen, wenn Fehler oder Inkompatibilitäten auftreten. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass es in absehbarer Zeit keine Prozessoren mehr gibt, die LTSC in der aktuellen Version 1809 unterstützen.</p> <p>Je nach Anforderungen kann auch die Nutzung von Linux oder Mac OS X als Betriebssystem sinnvoll sein. Mac OS X ist nur auf Hardware von Apple verfügbar.</p>

¹² Weitere Informationen unter <https://support.microsoft.com/de-de/help/13853/windows-lifecycle-fact-sheet>

5 Sicherheit

Desktop PCs können Ziel von Cyberangriffen, Datenraub und Datenmissbrauch werden. Solche Angriffe gefährden die Vertraulichkeit, die Verfügbarkeit als auch die Integrität der mit den Geräten verarbeiteten und gespeicherten Daten genauso wie die Funktionsfähigkeit der Geräte selbst. Moderne Desktop PCs können ab Werk mit integrierten Sicherheitsfunktionen ausgestattet werden, welche bei der Einhaltung der Sicherheitsvorgaben unterstützen können. Datenschutz und Datensicherheit lassen sich letztlich nur durch eine Kombination aus organisatorischen Maßnahmen, Sorgfaltspflichten des Gerätenutzers und geräteimmanenten Sicherheitsfunktionen herstellen.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
1	Mechanischer Diebstahlschutz	<ul style="list-style-type: none"> Vorrichtung zur Aufnahme einer mechanischen Diebstahlsicherung Im Gehäuse verankert 	Mindestanforderung	Passende Schlösser usw. müssen als Zubehör separat beschafft werden. Kann Einfluss auf die Bauform/Dicke/Abmessungen des Geräts haben. Zusätzliche Verriegelungsmöglichkeiten siehe Docking-Funktionalität.
2	TPM	<ul style="list-style-type: none"> TPM 1.2/2.0 Sofern TPM vorhanden: in Firmware abschaltbar (siehe auch TCG PC Client Plattform Firmware Profile 6.1). Eine solche Abschaltung darf nicht durch das Betriebssystem rückgängig machbar sein. oder Kein TPM oder unwiderruflich deaktiviert 	Mindestanforderung	TPM (Trusted platform module) ist eine Funktion, die Schlüssel, Passwörter & digitale Zertifikate speichert. Für Nutzung mit Windows 10 wird Auslieferung eines TPM 2.0 empfohlen. Für Nutzung mit Windows 7 wird Auslieferung eines TPM 1.2 empfohlen. Für sonstige Nutzung (Virtualisierung, Linux): Auslieferung ohne TPM oder mit deaktiviertem TPM empfohlen. Es kann je nach Einsatzzweck gefordert werden, dass ein Up- und Downgrade zwischen TPM 1.2 und 2.0 möglich ist.
		<ul style="list-style-type: none"> Pre-Boot Festplatten-Passwort, Option in Firmware 	Bewertungskriterium	Sofern entsprechend konfiguriert, ist der Start der Festplatte erst nach Passworteingabe möglich.
		<ul style="list-style-type: none"> Passwortoption für Zugang zur Firmware (z. B. BIOS/UEFI) 	Mindestanforderung	Zugänge zur Firmware mit abgestuften Rechten mit Firmware-Passwörtern. Abhängig von der internen Sicherheitsrichtlinie des Bedarfsträgers sollte bei der ersten Inbetriebnahme ein Zugangspasswort gesetzt werden.
		<ul style="list-style-type: none"> Individuelle Firmware-Einstellungen 	Bewertungskriterium	Der Auslieferungszustand kann vorab vom Auftraggeber vorgegebene BIOS/UEFI/coreboot-Einstellungen beinhalten.
		<ul style="list-style-type: none"> Sicheres Booten (»Secure Boot«) zur Prüfung der Integrität der Hardware-Komponenten Abschaltbar in Firmware 	Mindestanforderung	Bei Betrieb mit Windows 7 muss Secure Boot abgeschaltet werden. Hinsichtlich Windows 7 ist das Kapitel »Betriebssysteme« dieses Leitfadens zu beachten.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
3	Out-of-Band Management	Sofern vorhanden, in Firmware deaktiviert ausgeliefert; nur mit Firmware Passwort aktivierbar	Mindestanforderung	Fernwartungsfunktionen, die unabhängig vom Betriebssystem die Firmware und/oder Daten verändern können, müssen, sofern vorhanden, deaktiviert ausgeliefert werden. Eine Aktivierung der Funktionen darf geschützt nur mit Firmware Passwort möglich sein. Im deaktivierten Zustand dürfen durch die Funktionen weder Netzwerkverbindungen aufgebaut noch angenommen werden.
4	BIOS/UEFI/coreboot Manipulations-sicherheit	Erkennen von und Schutz vor Manipulationen, zuverlässige Benachrichtigung des Eigentümers oder Nutzers.	Mindestanforderung	Die Systeme müssen über Mechanismen verfügen, die Manipulationen der Firmware selber verhindern (z. B. durch Schreibschutz) oder Manipulationen erkennen (z. B. durch eine Signaturüberprüfung) und dem Fall den Eigentümer oder Nutzer zuverlässig benachrichtigen.
5	Firmware, Hardware	<ul style="list-style-type: none"> Patchmanagement vorhanden und Informationen zum Patchmanagement für Schwachstellen in Firmware und Hardware 	Mindestanforderung	Mit Firmware ist hier Firmware gemeint, die auf dem Hauptprozessor läuft (z. B. BIOS, UEFI, Coreboot) oder diesen beeinflussen kann (z. B. Intel ME, AMD PSP). Der Bieter sollte eine detaillierte Dokumentation liefern, wie mit Schwachstellen in Hardware und Firmware verfahren wird, inklusive der Abhängigkeiten von Dritten (z. B. Lieferanten). Voraussichtliche Fristen für die Behebung der Schwachstellen in Firmware sind Teil dieser Dokumentation.
		<ul style="list-style-type: none"> Nach dem öffentlichem Bekanntwerden einer kritischen Schwachstelle (CVSS 2.0 Base Score 7.0-10.0) der Firmware muss diese unverzüglich behoben werden und entsprechend kommuniziert werden. 	Mindestanforderung	
		<ul style="list-style-type: none"> Nach dem öffentlichen Bekanntwerden einer kritischen Schwachstelle der Hardware muss der Auftraggeber unverzüglich darüber informiert werden. Sofern die Natur der Schwachstelle es zulässt, soll innerhalb von 6 Monaten ein Workaround oder ein Patch bereitgestellt werden. 	Mindestanforderung	Hardwareschwachstellen (z. B. Spectre-Varianten) können evtl. nicht gepatcht werden, daher hier vorrangig eine Informationspflicht. Workarounds dürfen Nutzungseinschränkungen zur Folge haben.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Bemerkungen/Erläuterungen
		<ul style="list-style-type: none"> Die Firmware besteht die BITS/CHIPSEC- Testsuite ohne Fehlermeldung 	Mindestanforderung	Der Bieter führt die Protokolle der BITS/CHIPSEC Testsuite aus und aktualisiert diese Protokolle bei Firmwareupdates sowie Hardwareänderungen.
		<ul style="list-style-type: none"> Die Windows Platform Binary Table (WPBT) wird nicht genutzt. 	Bewertungskriterium	Kann für die Einschleusung von Malware genutzt werden
6	Verschlüsselung	Laufwerksverschlüsselung	Mindestanforderung	Verschlüsselung wird erzielt entweder durch integrierte Hard- und Firmware des Laufwerks (z. B. Opal, eDrive) oder durch Software.
7	Schnittstellenschutz	Schnittstellen im BIOS/UEFI/coreboot deaktivierbar	Mindestanforderung	z. B. Ethernet, USB, WLAN, WWAN, Bluetooth, Kamera, Mikrofon, usw.
8	Authentifizierung des Nutzers	Möglichkeiten der Multifaktorauthentifizierung	Mindestanforderung	z. B. Smartcard, Fingerprint, sonstige Biometrie-Merkmale, usw.

6 Zuschlagskriterien

Der Zuschlag muss nach Maßgabe des § 127 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt werden. Die Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebots erfolgt auf der Grundlage des besten Preis-Leistungs-Verhältnisses. Neben dem Preis oder den Kosten können auch qualitative, umweltbezogene oder soziale Zuschlagskriterien berücksichtigt werden. Bei energieverbrauchsrelevanten Lieferleistungen ist die Energieeffizienz als Zuschlagskriterium angemessen zu berücksichtigen (§ 67 Abs. 5 VgV).

Die Leistungsanforderungen können im Rahmen von Zuschlagskriterien mit technischen Mindestanforderungen oder im Rahmen von Bewertungskriterien formuliert werden. Welcher Kategorie einzelne Leistungsmerkmale zuzuordnen sind, liegt in der Entscheidung des Beschaffers. Kriterien geben in der Regel Mindestanforderungen vor, die für den vorgesehenen Einsatz eines Geräts unverzichtbar sind. Soweit dieser Leitfaden Mindestanforderungen an die Geräte empfiehlt, ist dies in den Kriterientabellen mit »Mindestanforderung« gekennzeichnet. Sind die Kriterien bzw. Anforderungen mit »Bewertungskriterium« gekennzeichnet, empfiehlt der Leitfaden, diese Anforderungen nicht zwingend, sondern nur bei entsprechendem Bedarf vorzuschreiben.

Die Formulierung der Leistungsanforderungen mit Hilfe von Bewertungskriterien kann den Wettbewerbern einen besonderen Spielraum gewähren, innerhalb dessen eine differenzierte Berücksichtigung der angebotenen Leistungen bei der Auswertung ermöglicht wird. Damit kann den individuellen Ausprägungen der Leistungen der Wettbewerber Rechnung getragen werden, was für die Breite des Wettbewerbs förderlich ist. Bei der Formulierung der Leistungsanforderungen sollte auf die Darstellung eines detaillierten, nachvollziehbaren und objektiv bewertbaren Erwartungs- bzw. Bewertungshorizont geachtet werden.

Die erhöhte oder sogar ausschließliche Verwendung technischer Mindestanforderungen bei der Leistungsbeschreibung birgt die Gefahr einer unerwünschten Wettbewerbsbeschränkung.

Der Leitfaden empfiehlt den Einsatz von Bewertungskriterien, um einen möglichst breiten Wettbewerb zu fördern.

7 Vertragliche Bestimmungen

7.1 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.¹³

7.2 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, Arbeitnehmerdiskriminierung 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 Verpflichtungserklärung zur sozialen Nachhaltigkeit für IT verlangen. Die Erklärung und weitere zugehörige Informationen sind auf der Internetseite des Beschaffungsamtes des Bundesministeriums des Innern erhältlich.¹⁴

¹³ https://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/Aktuelle_EVB-IT/aktuelle_evb_it_node.html

¹⁴ http://www.nachhaltige-beschaffung.info/SharedDocs/DokumenteNB/141118_Erkl%C3%A4rung_soziale_Nachhaltigkeit_IT.html?nn=3631298

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