

# Notebooks produktneutral ausschreiben

Leitfaden für den öffentlichen IT-Einkauf  
Stand: September 2025 | Version 2.2

### Herausgeber

Bitkom e. V.  
Albrechtstraße 10  
10117 Berlin  
Tel.: 030 27576-0  
bitkom@bitkom.org  
www.bitkom.org

### Ansprechpartner

Marc Danneberg | Bitkom  
T 030 27576-526 | m.danneberg@bitkom.org

### Verantwortliches Bitkom-Gremium

FA Produktneutrale Ausschreibungen

### Layout

Anna Stolz | Bitkom

### Titelbild

© Philipp Katzenberger – unsplash.com

### Copyright

Bitkom 2025

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.

	<b>Danksagung</b>	6
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	7
	Anwendung dieses Leitfadens	7
	Produktneutralität als rechtliche Vorgabe	8
<b>2</b>	<b>Notebooks als Beschaffungsgegenstand</b>	10
	Benchmarks zur Evaluierung des Beschaffungsgegenstands	10
	Empfehlungen zur Einrichtung der Systeme	15
	Hinweise zur Benchmark-Durchführung	17
	Kaufmännische Modelle der Beschaffung	18
	Services	19
<b>3</b>	<b>Leistungswerte und Batterielaufzeit</b>	21
	Mobilitätsklassen	21
<b>4</b>	<b>Technische Kriterien und Anforderungen</b>	23
	Prozessor, Speicher und optische Laufwerke	24
	Grafikeinheit	24
	Display	24
	Netzwerkverbindungen	25
	Schnittstellen/Ausstattung	26
	Docking-Funktionalität	27
	Betriebssystem	28
	Energieversorgung	28

<b>5</b>	<b>Umwelt- und Gesundheitsschutz</b>	30
	Allgemeine gesetzliche Anforderungen	30
	Barrierefreiheit	30
	Verpackungen	31
	Gütezeichen zur Nachweisführung	32
	Ermittlung des Energieverbrauchs zur Berücksichtigung der Energieeffizienz bei öffentlichen Aufträgen	34
	Soziale Nachhaltigkeit	35
<b>6</b>	<b>Sicherheit</b>	36
<b>7</b>	<b>Einsatz von KI-Tools</b>	39
<b>8</b>	<b>Zuschlagskriterien</b>	42
<b>9</b>	<b>Vertragliche Bestimmungen</b>	43
	EVB-IT	43
	Anhang A – Benchmarks	44
	Anhang B: Informationen zur Barrierefreiheit	47

1	Kaufmännische Modelle der Beschaffung	19
2	Leistungsanforderungen und Batterielaufzeit	21
3	Kriterien und Anforderungen Prozessor, Speicher und optische Laufwerke	24
4	Kriterium und Anforderungen Grafikeinheit	24
5	Kriterien und Anforderungen Display	25
6	Kriterien und Anforderungen Netzwerkverbindungen	25
7	Kriterien und Anforderungen Schnittstellen/Ausstattung	26
8	Kriterien und Anforderungen Docking-Funktionalität	28
9	Kriterium und Anforderung Betriebssystem	28
10	Kriterien und Anforderungen Energieversorgung	29
11	Kriterien und Anforderungen Sicherheit	38

# 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 Ausschreibungen Notebooks«. Besonderer Dank gilt hierbei:

- Christoph Bansbach, Computacenter
- Tobias Borbe, Dell
- Matthias Enkelmann, Lexmark
- Volker Fassbender, Lenovo
- Martin Friedgen, Beschaffungsamt des BMI (BeschA)
- Andreas Friedmann, Bechtle
- Andreas Fürstenau, ITDZ Berlin
- Dr. Heiner Genzken, Yorizon
- Jan Gütter, AMD
- Daniel Hafner, Bechtle
- Thomas Hagedorn, Polizei Berlin
- Goran Hauser, Intel
- Susanne Heldt-Zedler, ITDZ Berlin
- Lukas Ickerott, Lenovo
- Danijel Juric, Arktis
- Robin Kammel, Beschaffungsamt des BMI (BeschA)
- André Kuhlmann, Lenovo
- Holger Kuhn, UL International
- Alexander List, HP
- Thomas Möllerbernd, Dell
- Frank Morgenroth, Acer
- Ulrich Norf, Intel
- Stephan Peters, Qualcomm
- Thomas Pogrzeba, HP
- Michael Reimann, HP
- Jörg Roskowetz, AMD
- Jan Samolarz, Computacenter
- Martin Sasse, Lenovo
- Clara Schell-Hardin, Beschaffungsamt des BMI (BeschA)
- Marco Sönksen, Polizei Berlin
- Jonas Stein, Dell
- Kerstin Thies, Ricoh
- Pasi Virtanen, UL International
- Klaus-Peter Wegge, Siemens AG
- 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 Notebooks durch die öffentliche Verwaltung. 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 Notebooks 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 Notebooks 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 Leitfäden<sup>1</sup> 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.

<sup>1</sup> 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).<sup>2</sup> 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.

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 entscheidet frei, anhand welcher Kriterien er die zu beschaffende Ware oder Leistung auswählt, die Zuschlagskriterien müssen jedoch bedarfsbezogen, produktneutral und transparent sein.

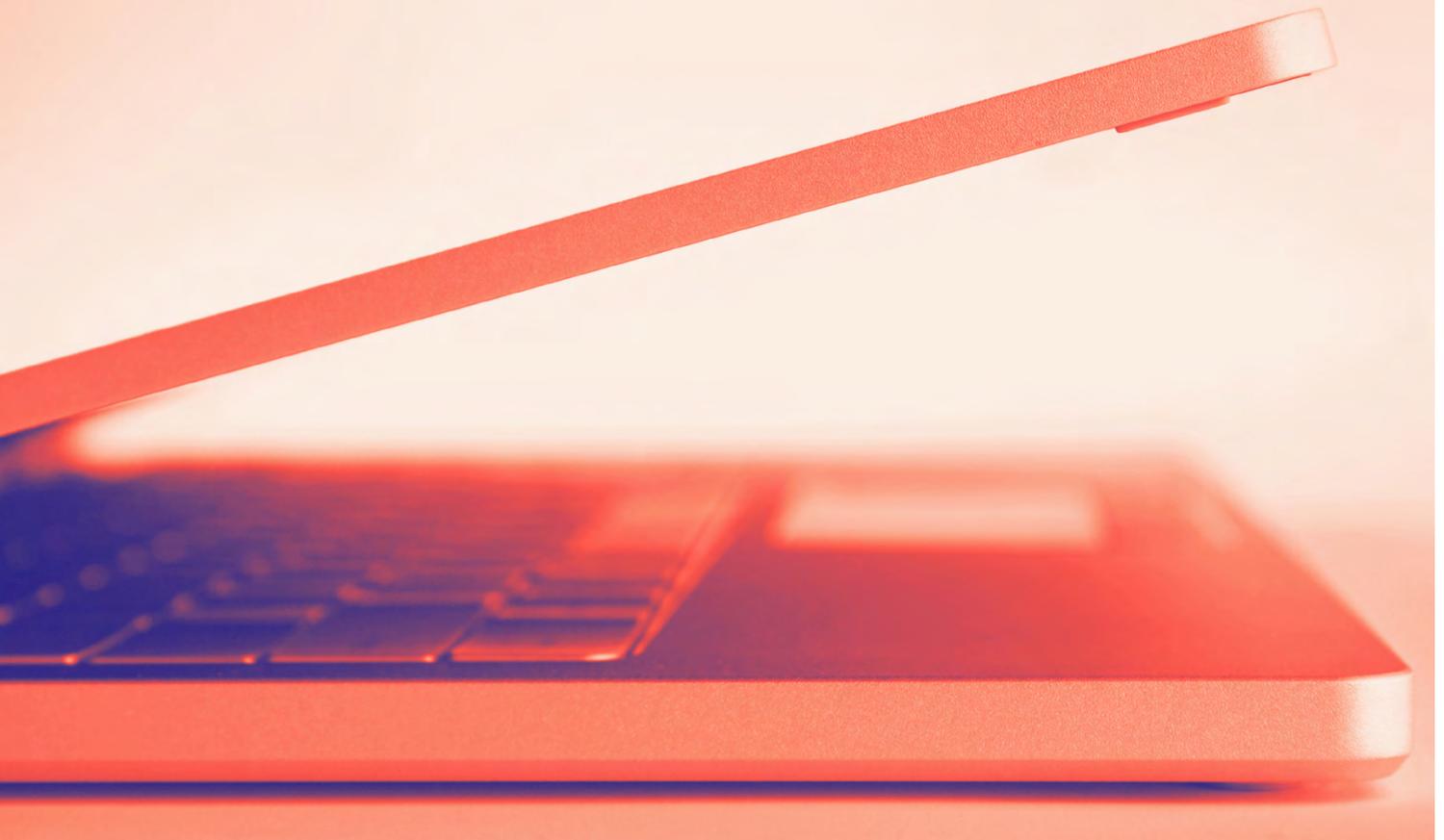
Gerade im Bereich der Beschaffung von IT-Produkten ist eine produktneutrale Ausschreibung aber keine leichte Aufgabe und für die betreffenden öffentlichen Stellen häufig mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Die technische Komplexität der Materie, die rasche Abfolge der Produktzyklen und vor allem 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 Notebooks nach allgemeinen sachbezogenen Merkmalen ermöglichen. Dabei wird auf die Verwendung von allgemein anerkannten Benchmarkverfahren als einem

<sup>2</sup> 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.

wesentlichen Baustein einer produktneutralen Leistungsbeschreibung 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

# Notebooks 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 zum Beispiel 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 Notebooks 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 Notebooks bieten.

Angesichts der rasanten Entwicklung der Notebooktechnologie, 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 unzweckmäßigen Benchmark, besteht die Gefahr, Notebooksysteme 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 und Batterielaufzeit eines Notebooksystems unter Anwendung eines definierten Anwenderszenarios,
- Komponentenbenchmarks messen die Leistung einzelner Komponenten, wie zum Beispiel der CPU (Central Processing Unit), des Speichers, Grafikeinheit, usw.

#### **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 Notebooks also Anwendungen aus dem Umfeld typischer Büroumgebungen,
- alle relevanten Hersteller und Notebookplattformen 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 aktuellen 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 Notebookindustrie Schritt halten zu können. Die Verwendung eines nicht aktuellen Benchmarks zum Vergleich der Leistungsfähigkeit von zwei Notebooksystemen kann zu verfälschenden Ergebnissen führen. So würde zum Beispiel ein Notebooksystem, das eine neuartige Technologie verwendet, um die Leistung zu verbessern, benachteiligt wird, 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.

Bei der Anwendung von Benchmarks sollte auf die Kompatibilität in Bezug auf die Chipsatz-Architektur (x86, ARM) geachtet werden, um ein repräsentatives Ergebnis zu erzielen. Nicht alle derzeit verfügbaren Benchmarks und ggf. auch die später verwendeten Fachanwendungen sind als native ARM Version verfügbar, so dass diese bei Verwendung auf Systemen mit ARM Chipsätzen emuliert werden müssen. Dies führt in den meisten Fällen zu geringeren (schlechteren) Ergebnissen als bei Verwendung von nativen ARM Version des Benchmarks und erschwert so unter Umständen den direkten Vergleich mit Ergebnissen auf x86 Systemen.

### 2.1.2 Benchmark Entwickler

- Benchmark Entwickler können in folgenden Kriterien 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. Futuremark® (UL Benchmarks) und Kishonti® Informatics)
- Kleinere kommerzielle Entwickler (z. B. AnTuTu®)

### 2.1.3 Benchmark Empfehlungen

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

- SYSmark 30 Overall-Wert
- PCMark 10 Standard Score
- Crossmark
- Procyon
- MobileMark 30

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

### 2.1.4 Benchmark Beschreibung

**SYSMark** ist ein Benchmark des BAPCo\* Konsortiums für die Leistungsfähigkeit von Windows-PC-Plattformen. SYSmark\* testet mit Anwendungsszenarien, die Leistung und bietet als Ergänzung eine Energie-Verbrauchsmessung für den Leistungstest an. SYSmark\* enthält Anwendungen in verschiedenen Szenarien von Softwareentwicklern wie Microsoft (Office 2021)\*, Google\* und Adobe (Acrobat, Lightroom, Photoshop)\*.<sup>3</sup> Die Anwendungsszenarien in der neusten Version werden in »Office Applications«, »General Productivity«, »Photo Editing« und »Adv. Content Creation« unterteilt und zu einem »Overall« Score zusammengefasst, jedoch auch die Einzelergebnisse dokumentiert. (höhere Leistungswerte sind besser). Unterstützte Betriebssysteme: 64-Bit Microsoft\* Windows\* 11.

**BAPCo** veröffentlicht in regelmäßigen Abständen neue Versionen der SYSMark Benchmark Software, diese haben unterschiedliche Anforderungen und Leistungswerte. Die Werte sind nicht untereinander vergleichbar! Die neuste Version des Benchmarks ist Stand heute SYSMark30

**PCMark(R) 10** Benchmark ist ein Benchmark von UL, der die Leistungsfähigkeit von Windows-PC-Plattformen und die Batterie-Laufzeit von Notebooks misst. Der PCMark(R) 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 Verwenden 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 sowie selbst erstellte Anwendungen, die mit Standard-Werkzeugen von Microsoft\* und der Microsoft Media Foundation\* erstellt wurden.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Eine vollständige Liste aller Anwendungen, Gewichtungen, Übersichten zu Sensitivity und Benchmark-Methodik finden sich im BAPCo WhitePaper zu finden unter Dokumentation der jeweiligen Versionen. Veröffentlichte Testresultate können auf der BAPCo-Webseite unter »Resultate« eingesehen werden ([↗ www.Bapco.com](http://www.Bapco.com)).

<sup>4</sup> Eine vollständige Liste aller Anwendungen, Gewichtungen und die Benchmark-Methodik sind im »Technical Guide« zu PCMark\* 10 zu finden. Veröffentlichte Testresultate können auf der UL-Benchmark-Webseite eingesehen werden (<https://benchmarks.ul.com/>).

Als Messergebnisse ermittelt PCMark(R) 10 ein Gesamtergebnis sowie jeweils einen Wert für jedes Anwendungsszenario (höhere Werte sind besser). Unterstützte Betriebssysteme: Microsoft\* Windows\* 11

Sollen Geräte 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.

**CrossMark®** von BAPCo ist eine Benchmark für unterschiedliche Betriebssysteme (Windows 11, ARM, Android, iOS und macOS), der die Systemleistung und Systemreaktionsfähigkeit ermittelt. Dieser Test nutzt Modelle von bekannten Anwendungen und erzeugt Werte für Productivity, Creativity und Responsivness. Durch CrossMark wird ein Vergleich unterschiedlicher Betriebssysteme möglich. Weitere Informationen finden Sie auf ↗ [www.Bapco.com/products/crossmark](http://www.Bapco.com/products/crossmark).

**Procyon:** Das Benchmark-Verfahren Procyon ist eine Test-Suite, die von UL entwickelt wurde und vor allem die Leistung moderner Computer-Hardware unter praxisnahen Bedingungen bewertet. Anders als synthetische Benchmarks setzt Procyon auf realitätsnahe Workloads, etwa aus Bereichen wie Office-Produktivität, Bild- und Videobearbeitung oder KI-Anwendungen.

**MobileMark** ist ein Benchmark des BAPCo\* Konsortiums, der die Batterielaufzeit unter Windows\* misst. MobileMark\* testet Anwendungsszenarien während der Batterieentladung. Es wird eine Batterielaufzeit so wie ein Performancewert (höher ist besser) als Ergebnis ermittelt. Das Gesamtergebnis setzt sich aus den Teilergebnissen für jedes Szenario zusammen. MobileMark\* enthält Anwendungen wie bei dem verwandten Leistungstest SYSMark.

---

<b>Benchmarkversion</b>	Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens werden die jeweiligen Hauptversionen der Benchmarks PCMark 10 und Sysmark 30 empfohlen (PCMark10 Version 1.x.xxxx und Sysmark 30 Version 1.x.x.xx). 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
-------------------------	--	----------

---

## 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
<b>Installationsverfahren</b>	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
<b>Betriebssystem</b>	Benchmarkergebnisse von Windows 10 sollten unter keinen Umständen mit Ergebnissen von Windows 11 oder Linux verglichen werden. Es wird empfohlen, die jeweils aktuelle Version des Betriebssystems vorzuschreiben (inkl. Build-Version). Es hat sich herausgestellt, dass verschiedene Versionen ein und desselben Betriebssystems unterschiedliche Benchmarkergebnisse erzeugen.	Erforderlich
<b>Betriebssystem – Wartungsarbeiten</b>	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 
<b>Betriebssystem – Änderung von Einstellungen</b>	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 Energiesparplan. Es wird die Verwendung des Höchstleistungsplans empfohlen, um Schwankungen zu minimieren.	Empfohlen
<b>Betriebssystem – automatische Updates</b>	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
<b>BIOS Auslieferungseinstellungen</b>	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
<b>BIOS-Version</b>	Es wird empfohlen, die Verwendung der derzeit aktuellsten BIOS-Version des Herstellers vorzuschreiben.	Empfohlen
<b>Treiber-Versionen</b>	Es wird empfohlen, die Verwendung des derzeit aktuellsten Treiberpakets des Systemherstellers vorzuschreiben.	Empfohlen 
<b>Batteriekalibrierung / Batteriestatus / Helligkeit</b>	Bevor ein Benchmark gestartet wird, sollte die Batterie 4–5 Mal be- und entladen werden, um konsistente Ergebnisse zu erzielen. Um die Batterielaufzeit zu messen stehen Ihnen PCMARK10 (UL)(Modern Office Battery life) als auch MobileMark (BAPCo) zu Verfügung. Beide Batterielaufzeitmessungen sind nicht miteinander vergleichbar, da von den beiden Herstellern unterschiedlich empfohlene Testmethoden unterliegen. Eine Vergleichbarkeit ist nur für PCMARK10 Modern Office Battery Life Resultate oder für MobileMark Resultate möglich. Hierbei sollten die Tests entsprechend der Empfehlungen der Hersteller durchgeführt werden. Bitte beachten Sie, dass die Helligkeit eine signifikante Auswirkung auf die Batterienutzungszeit hat und je heller der Monitor eingestellt ist, desto kürzer ist die Batterienutzungszeit.	Empfohlen

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
<b>Betriebssystem – Kumulative Updates</b>	Neben der Veröffentlichungsversion 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 Veröffentlichungsversion 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
<b>Betriebssystem – Sicherheitsupdates</b>	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
<b>Anzahl der Benchmarkdurchläufe</b>	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. Mehr als drei Durchläufe sind der Erfahrung nach nicht erforderlich. 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
<b>Auflösung</b>	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 hauptsächlich Verwendung von ≥4k Monitoren sollte eine Abweichung von dieser Auflösung in Betracht gezogen werden.	Optional
<b>Zusätzliche Programme</b>	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
<b>Sprachversion des Betriebssystems</b>	Derzeit gibt es keine Performanceunterschiede zwischen der englischen und deutschen Sprachversion des Betriebssystems.	Optional
<b>Benchmarkversion</b>	Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Leitfadens werden die jeweiligen Hauptversionen der Benchmarks PCMark 10 und Sysmark 2018 empfohlen (PCMark10 Version 1.x.xxxx und Sysmark 2018 Version 1.x.x.xx). 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
<b>Sprachversion des Betriebssystems</b>	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 – Checkliste

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 muss. 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.

Sofern nicht anderweitig durch die Vergabestelle spezifiziert, sind folgende Schritte chronologisch durchzuführen, um einen reproduzierbaren Benchmark zu erhalten:

1. Aktualisierung des BIOS auf die derzeit aktuelle Version und Wiederherstellen des Auslieferungszustandes des BIOS.
2. Komplette offline Neuinstallation der festgelegten Betriebssystemversion (inkl. BUILD-Number) mit Standardeinstellungen 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 (keine gelben Ausrufezeichen).
4. Installation der festgelegten Benchmarksoftware inkl. Updates mit Standardeinstellungen.
5. Durchführung und Fertigstellen einer Datenträgerbereinigung (HDD), Trimm (SSD), Defragmentierung und der automatischen Wartungsarbeiten.
6. Starten der jeweiligen Benchmarksoftware mit den festgelegten Standardeinstellungen der Benchmark-Hersteller.
7. Nach Durchführung des Benchmarks sollten die Ergebnisse in Form von Protokollen (PDF-Format) abgespeichert werden.

Eine detaillierte Beschreibung zur Durchführung von Benchmarks finden Sie im Anhang.

## 2.4 Kaufmännische Modelle der Beschaffung

Eine Beschaffung von Notebooks 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. Softwarehersteller bieten für Software, die in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden soll, teilweise besondere Lizenzmodelle an.

Nach ertragsteuerlichen Vorschriften ist eine betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer für Notebooks von drei Jahren anerkannt.<sup>5</sup> Die Richtlinie zur Nutzungsdauer, Aussonderung und Verwertung von IT-Geräten und Software<sup>6</sup> sieht eine Mindestnutzungsdauer für Notebooks in der öffentlichen Verwaltung von ebenfalls 3 Jahren vor. Die Beschaffungskalkulation kann sich also an dieser Nutzungsdauer orientieren.<sup>7</sup>

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.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> Vgl. ↗ AfA-Tabelle des Bundesministeriums der Finanzen für allgemein verwendbare Anlagegüter

<sup>6</sup> Vgl. ↗ IT-Ratsbeschluss 2013/07

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Vgl. zu diesen umsatzsteuerlichen Konsequenzen die Ausführungen der Finanzverwaltung in Abschnitt 3.5 Abs. 5 und 6 des Umsatzsteuer-Anwendungserlasses (UStAE).

	Kaufvertrag	Mietvertrag	Leasingvertrag (Finanzierung)
<b>Eigentum von Hardware</b>	Auftraggeber	Auftragnehmer	Auftragnehmer, in der Regel mit Option auf Eigentumsübergang auf Auftraggeber
<b>Serviceleistungen (Herstellung und Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ werden typischerweise vom Auftraggeber verantwortet</li> <li>▪ können ergänzend vergeben werden, unabhängig vom Verkäufer</li> </ul>	sollte mit vereinbart werden und vom Auftragnehmer geschuldet werden.	werden typischerweise vom Auftraggeber verantwortet
<b>Betriebssystem Bundling (Lizenzmodell beachten)</b>	kann / sollte wenn Serviceleistungen vereinbart werden	sollte	kann
<b>Belastung der Haushaltsmittel / des Budgets</b>	starke einmalige Belastung	gleichmäßige, verteilte Belastung über die Vertragslaufzeit	mittlere einmalige Belastung (Kautionszahlung), dann gleichmäßige, verteilte Belastung über die Vertragslaufzeit, dann mittlere einmalige Belastung bei Inanspruchnahme der Kaufoption bzw. Ausgleichszahlung auf Basis des Restwerts

Tabelle 1: Kaufmännische Modelle der Beschaffung

## 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).

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 sollte die auftraggeberseitige Vernichtung defekter Datenträger ohne Rückgabe (je nach Sicherheitsanforderungen) ermöglicht werden.

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 Notebooks können beispielsweise bei Bedarf folgende zusätzliche Spezifikationen festgelegt werden:<sup>9</sup>

- 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.

<sup>9</sup> Bei den Angaben zur Lieferung kann in der Ausschreibung auf Standards referenziert werden, bspw. DAP/DPU gemäß Incoterms (↗ <https://www.freightos.com/de/freight-resources/incoterms-plain-english-freight-shipping-guide/>).

## 3

# Leistungswerte und Batterielaufzeit

Leistungsanforderungen und Batterielaufzeit sind nach Benchmarkverfahren aufgliedert in der folgenden Tabelle gegenübergestellt.<sup>10</sup>

## 3.1 Mobilitätsklassen

Die Eignung eines Notebooks für den mobilen Einsatz hängt wesentlich von seinem Gewicht und der Batterielaufzeit ab. Die Batteriekapazität hat Einfluss auf die Batterielaufzeit. Längere Laufzeiten führen in der Regel zu einem höheren Gewicht.

Benchmark	Empfehlung Mindestwerte
<b>SYSmark® 30 Overall-Wert</b> (mind.16 GB Arbeitsspeicher erforderlich)	Mind. 1.100 Punkte (für alle Mobilitätsklassen)
<b>PCMark 10 Standard Score</b>	Mind. 5.600 Punkte (für alle Mobilitätsklassen)
<b>Crossmark</b>	Mind. 1.400 Punkte (für alle Mobilitätsklassen)
<b>Procyon</b>	Mind. 5.800 Punkte (für alle Mobilitätsklassen)
<b>MobileMark 30</b> (battery live in min)	Mind. 340 min (insb. bei einer hohen Reisetätigkeit sind längere Batterielaufzeiten empfehlenswert)

Tabelle 2: Leistungsanforderungen und Batterielaufzeit

### Hinweise:

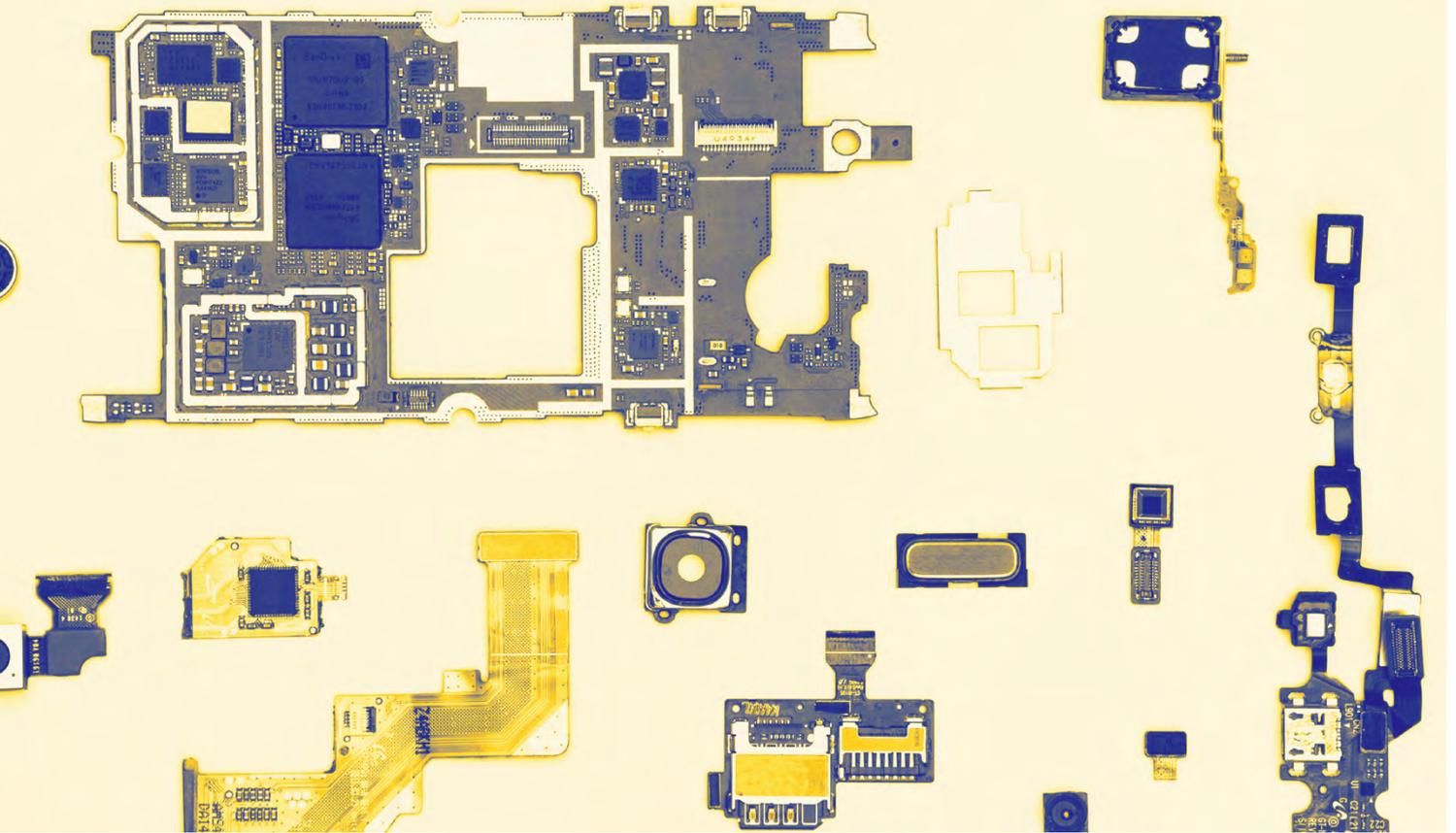
Getestete Hardware im 16GB Dual-Channel Speicher-Ausbau:

- Core Ultra 5 125U
- Core Ultra 7 155U
- Ryzen 5 Pro 8540U
- Ryzen 7-7730U
- Snapdragon X1P 42100
- Snapdragon X1 24100

Viele Geräte werden höhere Benchmark-Werte aufweisen als die hier vorgeschlagenen Mindestwerte. Die Wertgrenzen sollen jedoch auch kostengünstige Geräte (z. B. für Schulen oder einfache Arbeitsplatzrechner) abdecken, ebenso wie nach wie vor gebräuchliche Single-Channel-Konfigurationen.

<sup>10</sup> An der Erarbeitung der Benchmark-Empfehlungen waren u. a. Vertreter von AMD, Intel und Qualcomm beteiligt. Von den Benchmarks werden (Stand August 2025) die Benchmarks Sysmark 30 und Mobilemark 30 auf Geräten mit Windows on ARM als Betriebssystem nicht unterstützt. Dies kann sich aber in der Zukunft ändern. Darüber hinaus sind in diesem Leitfadens keine Empfehlungen für Sysmark 25 und Mobilemark 25 enthalten (end of life). Empfehlungen für diese beiden Benchmarks können den Vorgängerversionen dieses Leitfadens entnommen werden.

Sowohl die Anzahl der aktiven Kerne wie auch die Frequenz der CPU/APU im Batterie-Modus haben neben dem Bildschirm maßgeblichen Einfluss auf die Batterielaufzeit. Somit können, je nach Systemkonfiguration, die Leistungswerte zu Gunsten einer längeren Batterielaufzeit gemindert werden. Batterielaufzeitmessungen sollten im »Better Battery Mode« (»mehr Akkueffizienz« Modus) durchgeführt werden.



## 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 Notebooks 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 Notebooks sind bestimmte Anforderungen besonders relevant. Sie werden im Folgenden in ihren jeweiligen technischen Aspekten im Einzelnen betrachtet.

## 4.1 Prozessor, Speicher und optische Laufwerke

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	<b>Prozessortyp (CPU)</b>	x86, ARM / Multi-Core -Architektur	Mindestanforderung	Vgl. Anmerkungen zum Prozessortyp beim Einsatz von Fachanwendungen bzw. Benchmark-Verfahren (→Kapitel 2.1.1) 
2	<b>Arbeitsspeicher (RAM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 GB</li> <li>Ab DDR 4 und LPDDR4</li> </ul>	Mindestanforderung	Perspektivisch Entwicklung hin zu DDR5. LPDDR-Speicher ist nicht sockelbar. 
3	<b>Massenspeicher</b>	Bauform: M.2- oder 2,5 Zoll / 240 GB SSD (SATA III/NVMe)	Mindestanforderung	

Tabelle 3: Kriterien und Anforderungen Prozessor, Speicher und optische Laufwerke

## 4.2 Grafikeinheit

Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
<b>Grafikeinheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integriert in CPU</li> <li>DirectX 12-fähig</li> </ul>	Mindestanforderung	Die Grafikeinheit befindet sich in der CPU/ APU.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diskret</li> <li>DirectX 12-fähig</li> </ul>	Bewertungskriterium	Die Grafikeinheit befindet sich als eigenständige Einheit auf dem Motherboard. Für mobile Workstations, z. B. CAD/ CAM-Arbeitsplätze 

Tabelle 4: Kriterium und Anforderungen Grafikeinheit

## 4.3 Display

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	<b>Seitenverhältnis / Displayauflösung</b>	16:9 oder 16:10, mind. Full HD	Mindestanforderung	Auf dem Markt sind mittlerweile vereinzelt auch 1920 x 1200 Pixel (WUXGA) verfügbar. Diese sind als mindestens gleichwertig zu Full HD anzusehen.
		Größer als Full HD	Bewertungskriterium	Anpassungen der Schrift und Symbolgrößen sind ggf. im Betriebssystem möglich.
2	<b>Entspiegelung</b>	Entspiegelt (Non-glare)	Mindestanforderung	Festhalten an entspiegeltem Display mit Touch-Funktionalität führt zu Markteinschränkungen. 

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
3	Blickwinkel	▪ Mind. +/- 85Grad horizontal und vertikal	Mindestanforderung	Wide Viewing Angle (WVA)-Display
		▪ Mind. +/- 40 Grad horizontal, +10/- 30 Grad vertikal	Mindestanforderung	z. B. TN-Display Information dazu über Panel-Datenblatt
4	Leuchtstärke	200 cd/qm	Mindestanforderung	Unter Verwendung höherer Leuchtstärke steigt in der Regel der Energieverbrauch, aktuell verfügbar ca. 200 cd/qm – ca. 1.000 cd/qm
5	Kontrastverhältnis (statisch)	300:1	Mindestanforderung	Aktuell verfügbar ca. 200:1 – ca. 1.500 :1. Typische Werte sind z. B.: ▪ ab 500:1 (bei WVA-Panel) ▪ ab 300:1 (bei TN-Panel)

Tabelle 5: Kriterien und Anforderungen Display

## 4.4 Netzwerkverbindungen

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	Ethernet	RJ 45 Ethernet 10/100/1000 Mbit, mit Adapter erfüllbar	Mindestanforderung	Insbesondere bei kleinen und flachen Notebooks ist oft bauartbedingt keine RJ-45 Schnittstelle vorhanden, ein entsprechender Adapter sollte daher als gleichwertig betrachtet werden.
		Native Schnittstelle, keine Adapterlösung	Bewertungskriterium	
		WOL / PXE 2.x	Mindestanforderung	WOL sollte auch aus den Energiesparzuständen S4 und S5 möglich sein
2	WLAN	WLAN gemäß IEEE 802.11ac (Wifi 5)	Mindestanforderung	Perspektivische Verfügbarkeit hin zu neuerer Version 802.11ax (Wifi 6E)
3	Bluetooth	Version 5.x	Mindestanforderung	Bei den WLAN/Bluetooth-Modulen handelt es sich in der Regel um Combo-Module.
			Bewertungskriterium	Bluetooth und WLAN müssen getrennt abschaltbar sein.
4	WWAN	4G LTE (integriert), Datenübertragungsrate >= 100 Mbit/s für Download und >= 50 Mbit/s für Upload	Mindestanforderung	Höhere Datenübertragungsraten sind auf dem Markt verfügbar.
			-oder-	Ein Auf- oder Umrüstung von 4G/LTE auf 5G ist technisch nicht möglich.
			Bewertungskriterium	 Wenn perspektivisch die Einführung von 5G als Standard angedacht ist, dann muss dies bereits beim Erwerb der Geräte vorbereitet sein.

Tabelle 6: Kriterien und Anforderungen Netzwerkverbindungen

## 4.5 Schnittstellen/Ausstattung

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	<b>USB</b>	2 x USB 3.x, davon mind. 1x Typ A und 1x USB-C, oder Adapterlösung zur Bereitstellung von Typ A.	Mindestanforderung	Bitte beachten, wenn eine der USB Typ C Schnittstellen auch zum Laden des Notebooks verwendet wird, ist diese während des Ladevorgangs belegt und kann nicht zum Anschluss weiterer Peripherie genutzt werden.  Wenn der USB-Typ A nicht vorhanden ist, sollte auch ein beigelegter Adapter von USB-C auf USB-A die Anforderung erfüllen.
2	<b>Displayausgang</b>	1 Digitalanschluss für Bildschirme	Mindestanforderung	Der genaue Typ sollte spezifiziert werden (z. B. HDMI oder DisplayPort). Adapter sollten zugelassen werden, um einen breiten Wettbewerb zu gewährleisten.
3	<b>Audio</b>	Audio-In & Audio-Out	Mindestanforderung	Erfüllung auch durch Bereitstellung einer Kombi-Schnittstelle
4	<b>Tastatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deutsches Tastatur Layout</li> <li>▪ Hintergrundbeleuchtete Tastatur</li> </ul>	Mindestanforderung Bewertungskriterium	Separater Nummernblock unüblich bei Modellen kleiner 15 Zoll.
5	<b>Frontkamera</b>	Auflösung 720p HD	Mindestanforderung	Bei der Verwendung von Windows Hello erweiterte Anforderungen an die Kamerafunktionalität (Infrarotkamera).
6	<b>Smartcard-Reader</b>	Sicherheitsklasse 1, Kartenformat: ID1 (85,60 mm x 53,98 mm)	Bewertungskriterium	Nicht in jeder Bauhöhe verfügbar, außerdem nicht mehr marktüblich, kann aber als Bewertungskriterium herangezogen werden. Hier sollten besonders für kleine schlanke Geräte auch externe Lösungen zugelassen werden.
7	<b>SD-Kartenleser</b>	SD-Version >=3.0	Bewertungskriterium	Nicht in jeder Bauhöhe verfügbar, außerdem nicht mehr marktüblich, kann aber als Bewertungskriterium herangezogen werden. Hier sollten besonders für kleine schlanke Geräte auch externe Lösungen zugelassen werden.
8	<b>Biometrischer Sensor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fingerprint Sensor</li> <li>▪ Infrarot-Webcam</li> </ul>	Bewertungskriterium Bewertungskriterium	
9	<b>Lautsprecher</b>	Stereo	Mindestanforderung	
	<b>Mikrofon</b>	Mono	Mindestanforderung	
10	<b>Touchpad</b>	Zwei-Tasten-Funktion	Mindestanforderung	

Tabelle 7: Kriterien und Anforderungen Schnittstellen/Ausstattung

## 4.6 Docking-Funktionalität

Die Herstellerbezeichnung für eine Dockingstation ist nicht einheitlich. Herstellerabhängig werden auch Bezeichnungen wie z. B. Port Replikator, Travel-Dock oder Mini Dock verwendet. Die Anbindung an die Dockingstation erfolgt entweder über eine herstellerspezifische (proprietäre) Schnittstelle oder via USB-C (universal/ ist aktueller Industriestandard). Die verwendete Dockingschnittstelle bestimmt maßgeblich die Anzahl und die Geschwindigkeit der bereitgestellten Anschlüsse und ob eine Ladefunktion des Notebooks über die Dockingstation gegeben ist oder nicht. Auch hinsichtlich ihrer Funktionalitäten lassen sich Dockings unterscheiden. Bei Dockingstationen mit Universalanschluss kann es zudem auch zusätzliche herstellerspezifische Funktionalitäten geben, welche proprietär oder universal ausfallen können. In Tabelle 10 sind diese entsprechend gekennzeichnet.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	<b>Docking Anschluss</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Universaler Docking Anschluss (USB-C)</li> <li>-oder-</li> <li>▪ Proprietärer (mechanischer) Docking Anschluss</li> </ul>	Mindestanforderung	<p>Grundfunktionalitäten über USB-C sind in der Regel endgeräteunabhängig. Spezielle funktionelle Anforderungen (z. B.: MAC-Adresse Passthrough, Einschalten über Docking, ..) funktionieren häufig nur mit den Original Dockingstations der jeweiligen Geräteherstellers.</p> <p>Mittlerweile gibt es Lösungen ohne proprietären Docking Anschluss am Markt.</p>
2	<b>Docking Funktionalität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ladefunktion</li> <li>▪ Universale Ladefunktion</li> </ul>	<p>Mindestanforderung</p> <p>Bewertungskriterium</p>	<p>Ladeleistung der Docking-Station sollte mindestens dem Strombedarf des Notebooks entsprechen.</p> <p>Universale Ladefunktionalität nur bei USB-C Docks</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mechanischer Diebstahlschutz der Dockingstation</li> <li>▪ Mechanischer Diebstahlschutz für angedocktes Notebook</li> </ul>	<p>Mindestanforderung</p> <p>Bewertungskriterium</p>	<p>Dockingstation besitzt eine Vorrichtung zur Befestigung eines Kabelschlosses</p> <p>Möglichkeit zur Verriegelung des Notebooks mit der Docking Station. Nur bei proprietären Docking-Anschluss.</p>
		WOL / PXE 2.x	Mindestanforderung	<p>WOL sollte auch aus den Energiesparzuständen S4 und S5 möglich sein.</p> <p>Wird immer als Herstellerlösung implementiert.</p>
		Nutzung einer gerätebezogenen MAC-Adresse-(MAC-Address-Passthrough)	<p>Bewertungskriterium</p> <p></p>	Wird immer als Herstellerlösung implementiert.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
3	Anschlüsse	2 Digitalanschlüsse für Bildschirme (parallel nutzbar)	Mindestanforderung	Der genaue Typ sollte spezifiziert werden (z. B. HDMI, Mini HDMI, USB-C, DisplayPort, Mini DisplayPort), Adapter sollten zugelassen werden, um einen breiten Wettbewerb zu gewährleisten.
		RJ45	Mindestanforderung	
		4 x USB, davon mind. 2x USB3.x	Mindestanforderung	
		Audio-In & Audio-Out	Mindestanforderung	Erfüllung auch durch Bereitstellung einer Kombi-Schnittstelle, ggf. Splitter-Adapter beizulegen
4	Netzteil	Zur Dockingstation passendes Netzteil	Mindestanforderung	Im Lieferumfang der Dockingstation muss ein ausreichend dimensioniertes Netzteil enthalten sein.

Tabelle 8: Kriterien und Anforderungen Docking-Funktionalität

## 4.7 Betriebssystem

Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
Betriebssystem	OEM Lizenz	Mindestanforderung	<p>Am häufigsten verwendetes Betriebssystem ist aktuell Windows 10. Windows 11 wird derzeit mit einer Downgrade-Option auf Windows 10 ausgeliefert. 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.</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>

Tabelle 9: Kriterium und Anforderung Betriebssystem

## 4.8 Energieversorgung

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
1	Gewicht Netzteil und Kabel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hohe Mobilität: max. 430 g</li> <li>▪ Geringe Mobilität: Keine konkrete Empfehlung, kann schwerer als 430 g sein</li> </ul>	Mindestanforderung	Sofern die Gesamtlänge (Steckdose zu Notebook) aus Kabel und Netzteil mehr als 1,80 m betragen soll, muss das maximale Gesamtgewicht aus Netzteil und Kabel erhöht werden. Das Gewicht ist abhängig von der Leistungsfähigkeit des Netzteils.
2	Gesamtlänge Kabel und Netzteil (Steckdose zu Notebook)	1,80 m	Mindestanforderung	

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
3	<b>Leistung</b>	Bei laufendem Office-Betrieb muss ein Akku mit einem Ladezustand von 10 Prozent innerhalb von 3 Stunden auf einen Ladezustand von mindestens 90 Prozent-seinerkapazität geladen werden.	Mindestanforderung	Die Ladezeiten der Akkus sind abhängig von der Leistung des Netzteils und von der Kapazität des Akkus.
4	<b>Austauschbarkeit Akku</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wechselbar durch eine geschulte Fachkraft (keine verklebten Batterien)</li> <li>▪ Wechselbar mit Werkzeug, ggf. durch Verwendung von Spezialwerkzeug (durch die IT-Abteilung des Anwenders)</li> </ul>	Mindestanforderung Bewertungskriterium	In der Regel muss hierfür das Gehäuse des Notebooks geöffnet werden.
		Wechselbar ohne Werkzeug (durch die IT-Abteilung des Anwenders)	Bewertungskriterium	Das Gehäuse muss nicht geöffnet werden. Außerdem nur noch eingeschränkt am Markt verfügbar. Die Lösung ist Form und Konstruktion größer und schwerer, welches den allgemeinen Anforderungen nach kleinen und leichten Geräten widerspricht.

Tabelle 10: Kriterien und Anforderungen Energieversorgung

## Luftfracht

Internationale Regeln, Bestimmungen zum Transport von Akkus sind durch die Vereinigten Nationen (UN) geregelt.<sup>11</sup>

Seit dem 01. Januar 2020 müssen die Informationen zum bestandenen UN 38.3 Test wesentlich ausführlicher dokumentiert und in Form der UN38.3 Prü fzusammenfassung zur Verfügung gestellt werden. Laut Luftfahrtbundesamt, sind Versender verpflichtet, UN 38.3 Prü fzusammenfassungen über Lithium-Batterie-Tests auf Anfrage zur Verfügung zu stellen<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Informationen finden sie unter anderem hier:

↗ [http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev21/21files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev21/21files_e.html)

↗ [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual\\_Rev7\\_E.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual_Rev7_E.pdf)

<sup>12</sup> Quelle: ↗ [https://www.lba.de/SharedDocs/Downloads/DE/B/B32\\_Gefahrgut/Fachinformation\\_neu/B32\\_Transport\\_Zellen.pdf?jsessionid=048EE30ED3717F88758F4206CF432F9F.live11294?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.lba.de/SharedDocs/Downloads/DE/B/B32_Gefahrgut/Fachinformation_neu/B32_Transport_Zellen.pdf?jsessionid=048EE30ED3717F88758F4206CF432F9F.live11294?__blob=publicationFile&v=2)

# 5 Umwelt- und Gesundheitsschutz

## 5.1 Allgemeine gesetzliche Anforderungen

Es sind alle gesetzlichen Vorgaben einzuhalten, insbesondere die Verordnung 2013/617 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Computer und Computerserver.

Die Ökodesign Verordnung für Computer und Computerserver legt gesetzliche Mindestanforderungen für das Inverkehrbringen dieser Produkttypen in die EU fest. Zu diesen gehören neben Desktop PC, Thin Clients und kleineren Servern auch Notebooks sowie mobile Workstations, Tablet Computer, Slates und mobile Thin Clients. Die Kriterien der Ökodesign Verordnung für Computer und Computerserver sind hier zu finden: ↗ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:02013R0617-20170109>

Gegenwärtig überarbeitet die Europäische Kommission die Verordnung. In der Diskussion befinden sich neben der Anpassung der Energieverbrauchswerte auch die Einführung von Energieeffizienzkennzeichen basierend auf dem Energieverbrauch im Aktivzustand.

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

## 5.2 Barrierefreiheit

Zur Beschaffung barrierefreier Hard- und Software sind öffentliche Stellen in Deutschland gesetzlich verpflichtet. Die allgemeinen Anforderungen an die Barrierefreiheit sind in § 4 des Behindertengleichstellungsgesetzes (BGG, s: ↗ <https://www.gesetze-im-internet.de/bgg/BJNR146800002.html>) gesetzlich niedergelegt (zu den gesetzlichen Grundlagen und für weitere Informationen zur Barrierefreiheit vgl. Anhang B in diesem Leitfaden). Weitergehende Konkretisierungen sind z. B. in Teil 1 der Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung BITV 2.0 (↗ [https://www.gesetze-im-internet.de/bitv\\_2\\_0/BJNR184300011.html](https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html)) zum BGG enthalten. Ausschreibungen sollen auf diese oder äquivalente Anforderungen (vgl. Anhang B.2) Bezug nehmen. Der Anbieter legt eine Selbsterklärung vor, welche Barrierefreiheitsanforderungen vom angebotenen Produkt erfüllt werden und welche nicht erfüllt werden können. Dazu ist DIN EN 301 549:2020-02 **Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienstleistungen** zu nutzen. Diese wird in Teil 1 der Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung BITV 2.0 (↗ [https://www.gesetze-im-internet.de/bitv\\_2\\_0/BJNR184300011.html](https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html)) zum

deutschen Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) direkt referenziert. Dies ermöglicht nach Maßgabe des § 31 Abs. 2 Nr. 1 VgV in der Leistungsbeschreibung einen Verweis auf DIN EN 301 549, um die Nutzerbedürfnisse von Menschen mit Behinderungen im Vergabeverfahren angemessen zu berücksichtigen. Vorlagen für die Selbsterklärung liefert Kapitel 4 (»clause 4«) des Technischen Berichts CEN/CLC/ETSI TR 101 552 (2014-03, ↗ [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/101500\\_101599/101552/01.00.00\\_60/tr\\_101552v010000p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/101500_101599/101552/01.00.00_60/tr_101552v010000p.pdf)).

Eine Übersicht über Accessibility Anforderungen, die auch von Notebooks erfüllt werden müssen, enthält DIN EN 301549 (insb. Kapitel 5, 8 und 11) (vgl. Anhang B.2 Relevante Normen und Regulierung). Eine umfassende Übersicht über Accessibility Features, die auch für Notebooks anwendbar sind, enthält ISO/IEC 20071-5 (vgl. Anhang B.3 Normen zu Accessibility Features).

Bei der Beschaffung von Notebooks muss berücksichtigt werden, dass geeignete Schnittstellen in genügender Zahl zum Anschluss von assistiver Technologie wie z. B. Braillezeile oder Spezialtastaturen vorhanden und betriebssystem-spezifische Treiber dafür verfügbar sind. Auch Notebook-spezifische Treiber, z. B. für eingebaute Kartenleser, die über das Userinterface bedient werden, müssen barrierefrei programmiert sein. Die physikalischen Anforderungen wie z. B. Tastengröße, Display-Eigenschaften oder Einhandbedienbarkeit sind im Detail zu beachten. Darüber hinaus sind die zusätzlichen Ressourcenanforderungen von Screen Readern, Screen Magnifiern und Spracherkennung an die Rechenleistung, den Speicher und insbesondere an den Videocontroller bei der Planung zu berücksichtigen. Außerdem ist zu beachten, dass an den Notebook angeschlossene Hilfsmittel, wie zum Beispiel eine Braillezeile, über das Notebook mit Strom versorgt werden, wodurch die Akkulaufzeit reduziert wird.

Notebooks, die nach dem 28. Juni 2025 in Verkehr gebracht werden, fallen unter Artikel 2A des European Accessibility Act, der die Barrierefreiheit u. a. von »a) Hardwaresysteme und für diese Hardwaresysteme bestimmte Betriebssysteme für Universalrechner für Verbraucher« fordert (vgl. Anhang B.5 Ausblick).

## 5.3 Verpackungen

Die Rücknahme von Verpackungen ist über das Verpackungsgesetz (VerpackG<sup>13</sup>) geregelt. Sofern die Verpackungen beim privaten Endverbraucher anfallen, besteht eine Rücknahmepflicht durch den Inverkehrbringer bzw. durch das von ihm beauftragte Duale System. Privaten Endverbrauchern gleichgestellt sind u. a. Verwaltungen, Kasernen oder Krankenhäuser (siehe §3 VerpackG Abs. 11). Eine detaillierte Übersicht findet sich im Zentralen Verpackungsregister (↗ <https://www.verpackungsregister.org>).<sup>14</sup> Die Verpackungsrücknahme sollte grundsätzlich kostenlos sein. Da momentan außer den Logistikkosten keine weiteren Kosten anfallen, sollte auch die Forderung eines Ausschlusskriteriums geprüft werden.

<sup>13</sup> ↗ <https://www.gesetze-im-internet.de/verpackg>

<sup>14</sup> ↗ [https://www.verpackungsregister.org/fileadmin/files/Katalog/Uebersicht\\_Anfallstellen\\_Stand\\_September\\_2019.pdf](https://www.verpackungsregister.org/fileadmin/files/Katalog/Uebersicht_Anfallstellen_Stand_September_2019.pdf)

## 5.4 Gütezeichen zur Nachweisführung

Öffentliche Auftraggeber können die Vorlage von Gütezeichen zur Nachweisführung verlangen, um sich die Konformität des Angebots mit den in der Leistungsbeschreibung geforderten Merkmalen belegen zu lassen.

Verlangt der Beschaffer die Vorlage eines bestimmten Gütezeichens zur Nachweisführung, so muss dies vergaberechtlich verwendbar, also insbesondere zum Nachweis der in der Leistungsbeschreibung geforderten Merkmale geeignet sein (§34 Abs.2 VgV). Außerdem müssen alternative Gütezeichen, die gleichwertige Anforderungen an die Leistung stellen, ebenfalls akzeptiert werden.

Wichtig ist, zwischen dem Gütezeichen als möglichem Nachweis und den eigentlichen Anforderungen an den Beschaffungsgegenstand zu unterscheiden.

### **Umweltgütezeichen:**

Zunehmend werden von den öffentlichen Auftraggebern über den gesetzlichen Mindeststandard hinausgehende Anforderungen gestellt, die auch (vollständig oder teilweise) den Anforderungen von Umweltgütezeichen entsprechen (insbesondere in den Bereichen Energieverbrauch, Lebensdauer und Geräuschemissionen). Als Beleg dafür, dass eine Leistung bestimmten Umweltaanforderungen entspricht, kann der öffentliche Auftraggeber die Vorlage von Umweltgütezeichen verlangen. Der öffentliche Auftraggeber kann davon ausgehen, dass Prüfinstitute der Umweltgütezeichengeber die Einhaltung der Anforderungen (sowohl gesetzlich zwingende als auch darüberhinausgehende) prüfen und bewerten. Je nach Wahl eines Umweltgütezeichens als Beleg und/oder zur Formulierung der Umweltaanforderung könnten Geräte oder Anbieter vom Wettbewerb ausgeschlossen werden, sodass eine entsprechende Marktverengung die Folge ist. Bedingungen zum Einsatz von Gütezeichen sind vom Vergaberecht vorgegeben.

Umweltgütezeichen und deren Anforderungen sind jedoch häufig untereinander kaum vergleichbar. Nicht zuletzt aus diesen Gründen empfiehlt dieser Leitfaden, in Ausschreibungen die Kriterien und Umweltaanforderungen an die Geräte konkret zu definieren. Als Nachweis für die Erfüllung dieser Kriterien könnten nicht nur Umweltgütezeichen, sondern auch Testprotokolle von geeigneten, unabhängigen Prüfinstituten zugelassen werden. Hierbei ist bei der zeitlichen Planung zu berücksichtigen, dass die Durchführung der Prüfung und die Erstellung der Testprotokolle einige Zeit in Anspruch nehmen kann, ähnlich wie bei der Ausstellung der Umweltgütezeichen selber (wenn diese erst im Laufe der Angebotsfrist beantragt werden). Deshalb sollte auch die Zulassung von Eigenerklärungen als Nachweis zur Erfüllung der entsprechenden Anforderungen in Erwägung gezogen werden, ggf. in Verbindung mit einer ergänzenden Nachweisführung durch unabhängige Prüfinstitute oder Umweltzeichen nach Zuschlag.

Zwingende Anforderungen an die Umweltverträglichkeit (z. B. umweltgerechte Entsorgung von Altgeräten, Verbot bestimmter Inhaltsstoffe für Produkte, elektromagnetische Verträglichkeit) sind von den Herstellern elektronischer Produkte schon von Gesetzes wegen zu erfüllen. Erfüllt ein Hersteller diese grundlegenden gesetzlichen Umwelanforderungen nicht, darf er seine Produkte in der EU gar nicht auf den Markt bringen.

Im Folgenden werden die empfohlenen und in der Breite akzeptierten Umweltzeichen bzw. deren Kriterien und deren Anwendungsbereiche aufgelistet, die für bestimmte Anforderungen eine Relevanz haben. Welche dieser Gütezeichen zur Nachweiseführung im jeweiligen Anwendungsbereich zulässig 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. 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 (verwaltet durch das Global Electronics Council, GEC). 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 Notebooks (IEEE 1680.1a-2020 i.V.m. IEEE 1680.1-2018) sind hier zu finden: [↗ https://ieeexplore.ieee.org/browse/standards/get-program/page/series?id=86](https://ieeexplore.ieee.org/browse/standards/get-program/page/series?id=86). Bei der EPEAT-Norm ist zu beachten, dass die Registrierung für Deutschland gültig ist. Aktuell zugelassene Notebooks sind über diese Suche zu finden: [↗ https://epeat.net/search-computers-and-displays](https://epeat.net/search-computers-and-displays). Aktuell sind rund 600 Notebooks für den deutschen Markt registriert (Stand 15. August 2022).

**TCO Certified für Notebooks:** TCO Certified ist eine führende 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 aktuelle Version (Stand März 2022) ist Generation 9. Es sollte darauf geachtet werden, immer die aktuell gültige Version zu fordern.<sup>15</sup> Die aktuellen Kriterien für Notebooks sind hier zu finden: [↗ https://tcocertified.com/files/certification/tco-certified-generation-9-for-notebooks-edition-2.pdf](https://tcocertified.com/files/certification/tco-certified-generation-9-for-notebooks-edition-2.pdf)

<sup>15</sup> Die TCO-Kriterien werden in der Regel alle drei Jahre überarbeitet, Zertifikate sind für zwei Jahre gültig. Für eine Übergangszeit können somit zertifizierte Geräte für unterschiedliche Versionen im Markt zu finden sein, was bei der Ausschreibung berücksichtigt werden sollte. Der Beschaffer kann sich mit dem TCO Certified Product Finder einen Überblick über die bereits zertifizierten Geräte verschaffen ([↗ https://tcocertified.com/de/product-finder/](https://tcocertified.com/de/product-finder/)).

**Blauer Engel:** Der Blaue Engel für Computer und Tastaturen (aktuelle Version Stand März 2022: DE-ZU 78) 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. Die Vergabekriterien sind hier zu finden: ↗ <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/computer-und-tastaturen>. Aktuell gibt es keine Zeichennehmer für Notebooks (Stand 14. März 2022). Eine allgemeine Übersicht und Bewertung zu diesen und weiteren Umweltzeichen findet sich in der BMU-Broschüre Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen (Berlin 2019).<sup>16</sup>

## 5.5 Ermittlung des Energieverbrauchs zur Berücksichtigung der Energieeffizienz bei öffentlichen Aufträgen

Bei Vergaben von öffentlichen Aufträgen über energieverbrauchsrelevante Lieferleistungen oder Dienstleistungen sind Anforderungen zu beachten, die das höchste Leistungsniveau an Energieeffizienz berücksichtigen (z. B. nach §67 VgV (höchstes Leistungsniveau an Energieeffizienz)).

Die Energieeffizienz beschreibt das Verhältnis einer bestimmten Leistung zu dessen Energieeinsatz. Bei konstanter Leistung steigt die Energieeffizienz mit sinkendem Energieeinsatz.

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs (Energieeinsatz) empfiehlt dieser Leitfaden die Verwendung der Berechnungsvorschrift zur Ermittlung des Etec-Wertes (Typical Energy Consumption in [kWh] pro Jahr) der ENERGY STAR® Program Requirements for Computers in seiner jeweils gültigen Fassung. Die ENERGY STAR® Program Requirements for Computers geben standardisierte Regelungen vor, zur Ermittlung des typischen Energieverbrauchs pro Jahr in [kWh]. Hierbei kann eines der vorgegebenen Szenarien mit unterschiedlichen Gewichtungsparemtern (Mode Weightings) gewählt werden.

Sollten die vorgegebenen Szenarios der ENERGY STAR® Program Requirements for Computers nicht bedarfsgerecht sein, kann von der Vergabestelle eine individuelle Berechnungsvorschrift des Energieverbrauchs in Betracht gezogen werden. Diese individuelle Ausgestaltung sollte sich, soweit möglich, auf eine individuelle bedarfsgerechte Änderung der Gewichtungsparemter (Mode Weightings) gemäß ENERGY STAR® Program Requirements for Computers beschränken, um möglichst nah an den anerkannten Standardvorgaben zu bleiben.

Aufgrund unterschiedlicher Berechnungsmethoden/Weightings können ETEC Werte unterschiedlicher Energy-Star Versionen nicht miteinander verglichen werden. Werden in einer Ausschreibung konkrete ETEC-Werte gefordert, ist die ENERGY STAR®-Version zu spezifizieren, welche die Berechnungsmethode definiert.

<sup>16</sup> ↗ [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/umweltinformationen\\_produkte\\_dienstleistungen.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltinformationen_produkte_dienstleistungen.pdf)

Mittels eines von der Vergabestelle anzusetzenden, sachgerechten Energiepreises pro kWh können die entsprechenden Energiekosten berechnet werden. Die Energiekosten können z. B. in Form eines Wertungspreises für Energiekosten bei der Vergabe berücksichtigt werden.

## 5.6 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)

# 6 Sicherheit

Notebooks 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 Notebooks 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	Anmerkungen
1	<b>Mechanischer Diebstahlschutz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorrichtung zur Aufnahme einer mechanischen Diebstahlsicherung</li> <li>im inneren Notebook-Rahmen verankert</li> </ul>	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	<b>TPM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TPM 1.2/2.0</li> <li>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.</li> </ul> <p>-oder-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kein TPM oder unwiderruflich deaktiviert</li> </ul>	Mindestanforderung	<p>TPM (Trusted platform module) ist eine Funktion, die Schlüssel, Passwörter &amp; digitale Zertifikate speichert.</p> <p>Für Nutzung mit Windows 10 wird Auslieferung eines TPM 2.0 empfohlen. Für Nutzung von Windows 11 ist TPM 2.0 zwingend erforderlich. Für sonstige Nutzung (Virtualisierung, Linux): Auslieferung ohne TPM oder mit deaktiviertem TPM empfohlen.</p> <p>Es kann je nach Einsatzzweck gefordert werden, dass ein Up- und Downgrade zwischen TPM 1.2 und 2.0 möglich ist.</p>
		Pre-Boot Festplatten-Passwort, Option in Firmware	Bewertungskriterium	Sofern entsprechend konfiguriert, ist der Start der Festplatte erst nach Passworteingabe möglich.
		Passwortoption für Zugang zur Firmware (z. B. BIOS/UEFI)	Mindestanforderung	<p>Zugänge zur Firmware mit abgestuften Rechten mit Firmware-Passwörtern.</p> <p>Abhängig von der internen Sicherheitsrichtlinie des Bedarfsträgers sollte bei der ersten Inbetriebnahme ein Zugangspasswort gesetzt werden.</p>
		Individuelle Firmware-Einstellungen	Bewertungskriterium	Der Auslieferungszustand kann vorab vom Auftraggeber vorgegebene BIOS/UEFI/coreboot-Einstellungen beinhalten.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicheres Booten (»Secure Boot«) zur Prüfung der Integrität der Hardware-Komponenten</li> <li>Abschaltbar in Firmware</li> </ul>	Mindestanforderung	

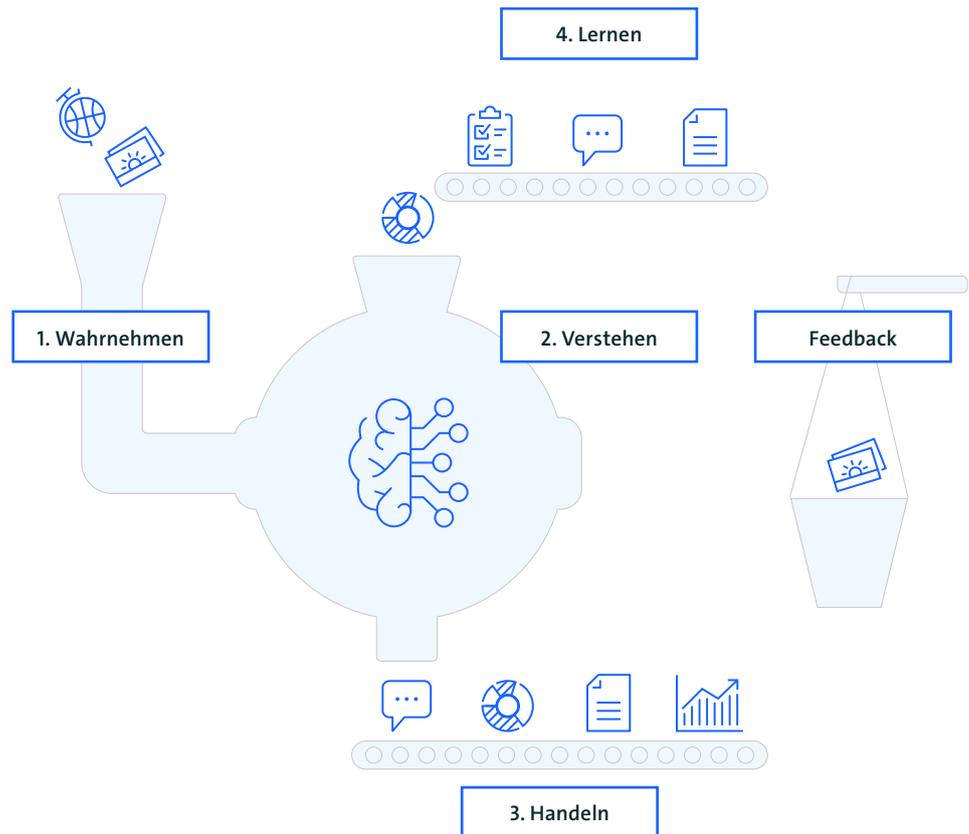
Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
3	<b>Out-of-Band Management</b>	Sofern vorhanden, in Firmware deaktiviert ausgeliefert; nur mit Firmware Passwort aktivierbar	Mindestanforderung	Fernwartungsfunktionen, die unabhängig vom Betriebssystem die Firmware und/oder Daten verändern können, 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	<b>BIOS/UEFI/coreboot Manipulations-sicherheit</b>	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	<b>Firmware, Hardware</b>	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).
		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	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.
		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.
		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.
		Die Windows Platform Binary Table (WPBT) wird nicht genutzt.	Bewertungskriterium	Kann für die Einschleusung von Malware genutzt werden
6	<b>Verschlüsselung</b>	Laufwerksverschlüsselung	Mindestanforderung	Verschlüsselung wird erzielt entweder durch integrierte Hard- und Firmware des Laufwerks (z. B. Opal, eDrive) oder durch Software.
7	<b>Schnittstellenschutz</b>	Schnittstellen im BIOS/UEFI/coreboot deaktivierbar	Mindestanforderung	z. B. Ethernet, USB, WLAN, WWAN, Bluetooth, Kamera, Mikrofon, Fingerprint Sensor usw.

Nr.	Kriterium	Anforderungen	Geeignet als	Anmerkungen
8	<b>Authentifizierung des Nutzers</b>	Möglichkeiten der Multifaktor-authentifizierung	Mindestanforderung	z. B. Smartcard, Fingerprint, sonstige Biometrie-Merkmale, usw.
9	<b>Webcam-Abdeckung</b>	Integrierte physische Webcam-Abdeckung	Bewertungskriterium	€
10	<b>Blickschutz</b>	Blickschutzfilter	Mindestanforderung	Lösung Systemhersteller abhängig. €

Tabelle 11: Kriterien und Anforderungen Sicherheit

# 7 Einsatz von KI-Tools

Künstliche Intelligenz (KI) revolutioniert die Technologiewelt mit ihrem enormen Potenzial, komplexe Probleme zu lösen und innovative Lösungen zu bieten. KI-Algorithmen ermöglichen es Computern, Muster in großen Datenmengen zu erkennen und daraus Schlüsse zu ziehen, ohne explizit programmiert zu werden.



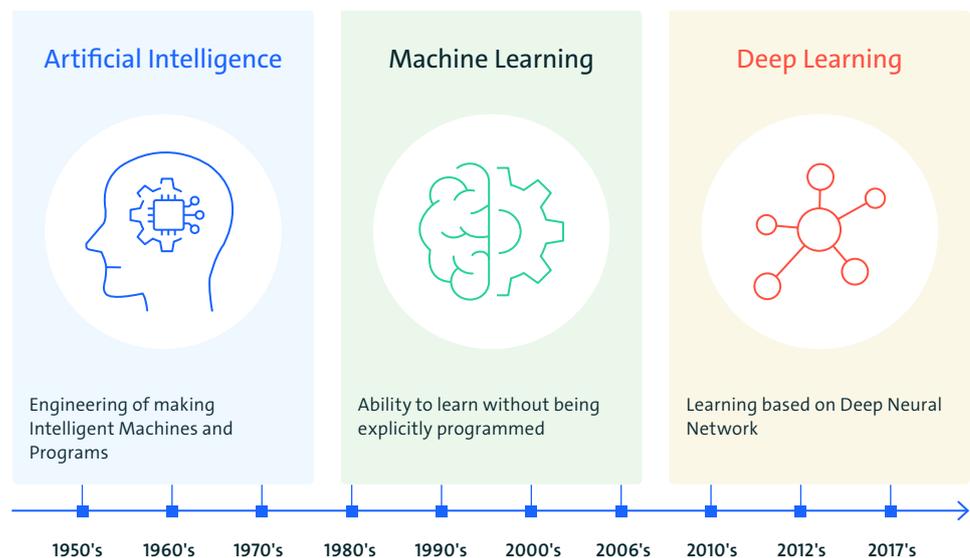
Häufig verwendete Algorithmen basieren auf Neuronalen Netzen, Unterstützungsvektor-Maschinen, Entscheidungsbäumen sowie Random Forests, K-Means-Clustering, Recurrent Neural Networks (RNNs) und Convolutional Neural Networks (CNNs). Diese Algorithmen werden durch eine Kombination aus Training mit annotierten Daten und Optimierung der Modellparameter entwickelt.<sup>17</sup> Der Trainingsprozess umfasst typischerweise das Anpassen der Modellparameter an die Trainingsdaten, um die Vorhersagegenauigkeit zu maximieren. Die Auswahl des geeigneten Algorithmus hängt von der spezifischen Aufgabe und den verfügbaren Daten ab.

<sup>17</sup> Annotierte Daten sind Daten, die mit zusätzlichen Informationen oder »Annotations« versehen wurden, um sie für bestimmte Zwecke oder Analysen besser verständlich zu machen. Diese Zusatzinformationen können von Menschen oder automatisierten Prozessen hinzugefügt werden und dienen dazu, bestimmte Merkmale oder Eigenschaften der Daten zu kennzeichnen oder zu markieren

Alan Turing gilt als Pionier der Künstlichen Intelligenz. Bereits 1936 publizierte er ein Rechenmodell, das numerische Berechnungen auf einer Maschine erlaubte. Die sogenannte »Turingmaschine« war das theoretische Gerüst für Computer. 1950 entwickelte er einen nach ihm benannten Test, um zu ermitteln, ob eine Maschine das Denkvermögen eines Menschen erreicht und ob das Ergebnis unterscheidbar wäre.

Der Schachcomputer Deep Blue ist ein weiterer Pionier der Künstlichen Intelligenz, der 1996 das erste mal den amtierenden Schachweltmeister Gary Kasparov besiegte. Deep Blue gilt als die erste Maschine, die den Turing Test bestanden hatte.

Die drei einflussreichsten Deep Learning Architekten sind Yann LeCun von Facebook, Geoffrey Hinton von Google und Yoshua Bengio von der University of Montreal. Ein weiterer Meilenstein wurde im November 2022 gesetzt als OpenAI ein US-amerikanisches Unternehmen, ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) veröffentlichte und einen weiteren Hype auslöste.



Das Potenzial von KI erstreckt sich über verschiedene Branchen, darunter Gesundheitswesen, Finanzwesen, Fertigung, Automobilindustrie und der Verwaltung. In der Medizin unterstützt KI bei der Diagnose von Krankheiten und der Entwicklung personalisierter Behandlungspläne. Im Finanzwesen ermöglicht KI die Analyse von Markttrends und die Vorhersage von Anlagestrategien. In der Fertigung optimiert KI Produktionsprozesse und verbessert die Qualität von Produkten. In der Automobilindustrie treibt KI die Entwicklung autonomer Fahrzeuge voran. In der Verwaltung unterstützt die KI das Dokumenten-Management (z. B.: Auswertung E-Akte).

## Anforderungen

Für die Implementierung von KI sind bestimmte Hardware-Anforderungen erforderlich. Hochleistungsprozessoren wie Grafikprozessoren (GPUs) und spezialisierte AI-Chips (Neural Processing Units (NPU)) beschleunigen die Berechnungen und verbessern die Leistung von KI-Systemen. Zusätzlich sind große Datenspeicherkapazitäten erforderlich, um Daten für das Training und die Ausführung von KI-Modellen zu speichern. Daher werden aktuell die meisten KI Modelle (ChatGPT, DALL E, Adobe) über unterschiedliche Clouddienste zur Verfügung gestellt.

Es gibt einen grundlegenden Unterschied zwischen Inference (Schlussfolgerung) und Training von KI-Modellen. Beim Training werden KI-Modelle mithilfe von Trainingsdaten trainiert, um Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen. Dieser Prozess erfordert intensive Rechenressourcen und kann einige Zeit in Anspruch nehmen. Nach dem Training werden die trainierten Modelle für die Inference verwendet, wo sie auf neue Daten angewendet werden, um Vorhersagen oder Entscheidungen zu treffen. Die Inference ist weniger rechenintensiv als das Training und erfolgt in Echtzeit, um schnell auf Anfragen zu reagieren.

Typische KI Szenarien sind Large Language Modelle (LLM) wie ChatGPT, Stable Diffusion (Text to Image/Video) und Bilderkennung (image detection). LLMs bilden derzeit das größte Potential in der KI Industrie. Eines der bekanntesten Modelle ist ChatGPT entwickelt von OpenAI.

### Aktuelle Entwicklung und Status Quo

Künstliche Intelligenz für den Bürobedarf befindet sich noch in der Entwicklungsphase, und es wird noch einige Zeit dauern bis beispielsweise ein Microsoft Windows Betriebssystem mit speziellen KI-Funktionen verfügbar ist. Während KI bereits in verschiedenen Bereichen wie Gesundheitswesen, Finanzwesen und Fertigung weit verbreitet ist, stehen Anwendungen für den Bürobedarf noch am Anfang. Die Integration von KI in Betriebssysteme wie Windows 11 könnte zukünftig Funktionen ermöglichen, die die Produktivität steigern, wie beispielsweise intelligente Dateiverwaltung, automatische Dokumentenanalyse oder personalisierte Benutzererfahrungen. Doch bis solche Anwendungen marktreif sind, sind weitere Forschung, Entwicklung und Testphasen erforderlich, um die Zuverlässigkeit und Effizienz der KI-Technologien sicherzustellen. Selbiges gilt derzeit auch für vergleichbare Benchmarkanwendungen. Wir werden im Rahmen des Fachausschusses die Technologie und Trends verfolgen und zur gegebenen Zeit aktualisieren.

# 8 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 nur im Rahmen von Bewertungskriterien einzusetzen.

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.



# 9

## Vertragliche Bestimmungen

### 9.1 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)).

# Anhang A – Benchmarks

## 1. Benchmarks-Umgebungsvariablen

Vergabestelle bestimmte Mindestanforderungen zur Einrichtung der Notebook-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. Desto genauer Vorgaben über Einstellungen und Versionsnummern über Betriebssysteme und Benchmarkingverfahren in der Ausschreibung angegeben sind, desto weniger Nachfragen sind zu erwarten.



Zum Beispiel die Umgebungsparameter haben Einfluss auf die Benchmarkwerte, daher empfehlen wir, dass der Hersteller oder Anbieter die Benchmarkmessung unter folgenden Bedingungen durchführt:

- Lufttemperatur 20 – 22 Grad Celsius
- Relative Luftfeuchtigkeit max. 50%
- Luftgeschwindigkeit max. 15m/s

### Messungen über unabhängige Messlabore, Herstellerlabore und akkreditiertes Messlabor

Ein Messlabor, unabhängig ob Hersteller oder nicht, kann laut EU-Gesetzgebung ausreichende Prüfprotokolle erstellen. Eine Akkreditierung ist nicht erforderlich. Beispiele hierfür sind die CE-Declaration oder auch die ECO-Declaration. Höherwertige Anforderungen werden von ECO-Labels gefordert.

ECO-Label wie EnergieStar und TCO setzen Prüfprotokolle eines unabhängigen Prüflabors, das für diese Messung nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert ist voraus.

Ein akkreditiertes Messlabor kann durchaus auch ein Herstellermesslabor sein, sofern dies nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert ist.

### Bildschirm Helligkeit

Die Einstellung ist für die Dauer des Tests einzuhalten außer, wenn dimmen des Bildschirm, ausschalten des Bildschirm oder verbundener Standby verwendet werden (siehe unten).

In Fällen, wo die Helligkeit von 200 Nit's im Batteriebetrieb, gemessen in der Mitte des Bildschirms mit weißem Hintergrund, nicht erreicht wird, ist die Helligkeit des Bildschirms auf den maximalen Helligkeitwert für die des Tests einzustellen, außer wenn dimmen des Bildschirms verwendet wird (siehe unten).

Es muss dokumentiert werden, wenn ein System mit Batteriebetrieb die 200 cd/m<sup>2</sup> nicht erreichen kann.

## 2. BIOS / Firmware

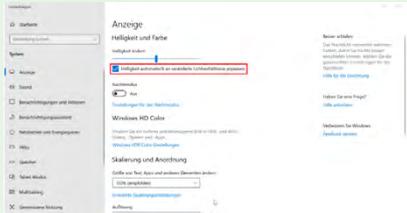
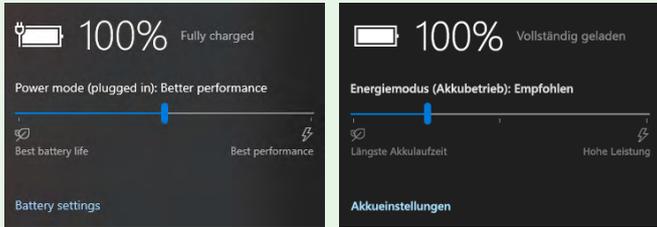
Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
<b>BIOS-Version</b>	Die Verwendung der aktuellen BIOS-Version des Herstellers ist erforderlich.	Erforderlich
<b>BIOS-Auslieferungseinstellungen</b>	Einige BIOS-Einstellungen können einen erheblichen Einfluss auf die Benchmarkergebnisse haben, und es ist erforderlich, dass die bei Auslieferung des Geräts eingestellten Standardeinstellungen (default settings,) genutzt werden.	Erforderlich

## 3. Betriebssystem / Treiber

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
<b>Installationsverfahren</b>	<p>Es ist dringend empfohlen, eine Neuinstallation des Betriebssystems durchzuführen und keine Betriebssystem-Abbild-Datei mit vorinstallierten Treibern oder anderer (herstellerspezifischer) Software 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).</p> <p>Die aktuelle Grundversion von Windows 10 Version (z. B. 1909) kann über das Media Creation Tool von Microsoft erstellt werden (»MediaCreationTool1909.exe«). Das Tool generiert ein ISO Image oder einen bootbaren (UEFI) USB Stick (mindestens 8GB): ↗ <a href="https://www.microsoft.com/de-de/software-download/windows10">https://www.microsoft.com/de-de/software-download/windows10</a></p> <p>Darüber hinaus sollte die präzise Windows Version (Grundversion &amp; Build) in der Ausschreibung vorgeschrieben werden. Hinweise dazu finden sich auf der Website: ↗ <a href="https://docs.microsoft.com/de-de/windows/release-information/">https://docs.microsoft.com/de-de/windows/release-information/</a></p> <p>Den entsprechenden Build kann man über den KB-Artikel (der über die Website verfügbar ist) installieren.</p>	Erforderlich
<b>Betriebssystem</b>	Benchmarkergebnisse von Windows 10 sollten unter keinen Umständen mit Ergebnissen von älteren Windows Betriebssystemen oder Linux verglichen werden.	Erforderlich
<b>Betriebssystem – Wartungsarbeiten</b>	Es wird dringend empfohlen, das Durchführen der automatischen Wartungsarbeiten (Defragmentierung der Speichermedien) 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 
<b>Betriebssystem – Änderung von Einstellungen</b>	Es wird empfohlen, eine Veränderung von Standardeinstellungen am Betriebssystem (welche nicht zwingend vom Benchmark benötigt werden) nicht zu erlauben. Ein unvoreingenommener Nutzer des Benchmarks sollte ohne Fachkenntnisse oder Erläuterungen den Benchmark reproduzieren können.	Erforderlich

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
<b>Betriebssystem – automatische Updates</b>	Die automatischen Updates des Betriebssystems müssen deaktiviert sein. Das Testsystem muss generell ohne Verbindung zum Internet, nur mit den spezifizierten Updates, gebenchmark werden. Zulassen von automatischen Updates kann zu unterschiedlichen Softwareständen und damit unter Umständen zur schwereren Vergleichbarkeit führen.	Erforderlich
<b>Treiber-Versionen der Systemhersteller</b>	Die Verwendung des derzeit aktuellsten Treiberpakets des Systemherstellers ist erforderlich. Das aktuelle Treiberpaket ist auf der Website des Systemherstellers verfügbar.	Erforderlich 

## 4. Sonstiges

Parameter	Beschreibung	Klassifizierung
<b>Umgebungslichtsensor (Ambient-Light Sensor)</b>	<p>Die Umgebungslichtsensoren regeln die Bildhintergrundhelligkeit nach der Umgebungshelligkeit.</p> <p>Es wird empfohlen, nach Möglichkeit den Umgebungslichtsensor auszuschalten.</p> <p>Die Bildschirm-Helligkeit muss auf einen Wert festgelegt werden, der nicht weniger als 200 cd/m<sup>2</sup> beträgt, gemessen im Batteriebetrieb in der Mitte des Bildschirms mit weißem Hintergrund.</p> <p>Es wird empfohlen, die Benchmarks mit der in der Ausschreibung definierten Mindestauflösung durchzuführen.</p> 	Optional
<b>Batteriekalibrierung</b>	<p>Bei Neugeräten ist zu empfehlen, vor der Batterielaufzeitmessung zwei Ladezyklen (vollständig laden &amp; entladen) durchlaufen zu lassen um eine exakte Akkulaufzeit zu gewährleisten.</p> 	Optional
<b>Batteriemessung – Windows Power Management</b>	<p>Wenn es keine anderweitige Vorgabe gibt, sollte die Energieoption »Ausbalanciert (bessere Leistung)« gewählt werden.</p> 	Optional

# Anhang B: Informationen zur Barrierefreiheit

## B.1 Definition Barrierefreiheit

»Barrierefrei sind [...] Systeme der Informationsverarbeitung [...], wenn sie für Menschen mit Behinderungen

- in der allgemein üblichen Weise,
- ohne besondere Erschwernis und
- grundsätzlich ohne fremde Hilfe

auffindbar, zugänglich und nutzbar sind.

Hierbei ist die Nutzung behinderungsbedingt notwendiger Hilfsmittel zulässig.«  
(BGG §4) Hilfsmittel sind z. B. Spezialtastaturen, alternative Zeigegeräte, Screen Reader oder Screen Magnifier.

## B.2 Relevante Normen und Regulierung

Bei der Erstellung der Leistungsbeschreibung zur Beschaffung von Notebooks sind, außer in sachlich begründeten Ausnahmefällen, die Kriterien zur Barrierefreiheit zu berücksichtigen:

- Vergaberechtsmodernisierungs-Gesetz (VergModG) (18.4.2016)  
(Umsetzung RL 2014/24/EU RL 2014/25/EU) §121 Leistungsbeschreibung Absatz 2
- Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen  
(Behindertengleichstellungsgesetz – BGG), (10.7.2018)  
§ 12 Barrierefreie Informationstechnik, Absatz 2.

Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass die Anforderungen sich an den Nutzerbedürfnissen ausrichten und zugleich technikneutral sowie innovationsoffen sind.

Um die Anforderungen an die Barrierefreiheit bei der Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologie durch die öffentliche Hand in Europa zu harmonisieren, hatte die Europäische Kommission die europäischen Normungsorganisationen CEN, CENELEC und ETSI mit der Erstellung einer Norm beauftragt. Das Ergebnis des Auftrags ist die Europäische Norm EN 301 549:2018-08 ([https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/301500\\_301599/301549/02.01.02\\_60/en\\_301549v020102p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/02.01.02_60/en_301549v020102p.pdf)), die im Amtsblatt der Europäischen Union unter der Richtlinie (EU) 2016/2102 über den barrierefreien Zugang zu den Websites und mobilen Anwen-

dungen öffentlicher Stellen aufgeführt ist. Die Umsetzung dieser Europäischen Norm erfolgte mit DIN EN 301 549:2020-02 Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienstleistungen. Die Nachweisführung sollte über eine Eigenerklärung des Auftragnehmers erfolgen. Zertifikate können nicht als Nachweise gefordert werden, da eine entsprechende Zertifizierungsmöglichkeit zurzeit nicht besteht.

## B.3 Normen zu Accessibility Features

Eine umfassende Übersicht über Accessibility Features, die auch von Notebooks erfüllt werden müssen, bietet ISO/IEC 20071-5 »Information technology – User interface component accessibility – Part 5: Accessible user interface for accessibility settings on information devices«. Diese Norm liegt bislang im Entwurf vor und wird vermutlich 2021 veröffentlicht werden. Der Anhang der Norm kann als Checkliste bei der Angebotserstellung dienen. Die Accessibility Features sind in Kapitel 4.2 der Norm gelistet.

## B.4 Managementsystemnormen für Barrierefreiheit

DIN EN 17161: »Design für alle – Barrierefreiheit von Produkten, Waren und Dienstleistungen nach einem »Design für alle«-Ansatz – Erweitern des Benutzerkreises« ist eine Managementsystemnorm, die Organisationen hilft, Barrierefreiheit in ihren Prozessen sicherzustellen. Ihre Anwendung ist nicht verpflichtend, jedoch hilfreich bei der Selbsterklärung.

## B.5 Ausblick

Eine Aktualisierung der Norm liegt als EN 301 549 (2019-11, ↗ [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/301500\\_301599/301549/03.01.01\\_60/en\\_301549v030101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.01.01_60/en_301549v030101p.pdf)) bereits vor. Ihre Veröffentlichung im Amtsblatt der EU sowie ihre Übersetzung als DIN EN 301 549 wird in 2021 erwartet.

Die EU Richtlinie 2019/882/EU über die Barrierefreiheitsanforderungen für Produkte und Dienstleistungen (European Accessibility Act, EAA) (↗ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0882&from=EN>) fordert im Artikel 2 »Geltungsbereich« (1), »Produkte« u. a. die Barrierefreiheit von folgenden Produkten, die nach dem 28. Juni 2025 in Verkehr gebracht werden:  
»a) Hardwaresysteme und für diese Hardwaresysteme bestimmte Betriebssysteme für Universalrechner für Verbraucher;« Das EAA sieht Barrierefreiheit als Teil der Selbsterklärung im Rahmen der CE-Kennzeichnung vor.

## B.6 Internationale Selbsterklärung

Für die Selbsterklärung international tätiger IKT-Anbieter kann folgende Information hilfreich sein: Der »Information Technology Industry Council« (ITI) stellt ein kostenloses Berichterstattungswerkzeug zur Verfügung, das als Voluntary Product Accessibility Template (VPAT) bekannt ist, um festzustellen, ob Produkte und Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologie die Anforderungen an die Barrierefreiheit, einschließlich der Regeln nach US Rehabilitation Act Section 508, erfüllen. Das ITI hat überarbeitete Ausgaben der VPAT (2.4) herausgegeben, die auf den überarbeiteten 508 Regeln des US Access Boards (VPAT 2.4 508) basieren. Zusätzlich werden auch Versionen für die WCAG 2.1 (VPAT 2.4 WCAG) und den EN 301 549 (VPAT 2.4 EU) sowie eine weitere Version, die auf allen drei basiert (VPAT 2.4 INT), angeboten.

↗ <https://www.itic.org/policy/accessibility/vpat>

Bitkom vertritt mehr als 2.000 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. 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 mehr als 1.000 Mittelständler, über 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.

**Bitkom e.V.**

Albrechtstraße 10  
10117 Berlin  
T 030 27576-0  
[bitkom@bitkom.org](mailto:bitkom@bitkom.org)

[bitkom.org](https://www.bitkom.org)

**bitkom**