

Orientierungshilfe zur IT-Basis-Ausstattung an Schulen im Land Brandenburg

Version	Datum	Änderung
1.0	03.03.2020	Dokument initial erstellt

Hinweis: Dieses Dokument wird kontinuierlich aktualisiert. Deshalb freuen uns über Ihre Anmerkungen und Hinweise. Bitte schreiben Sie uns an bildung@digital-agentur.de

Herausgeber dieses Dokuments ist die [DigitalAgentur Brandenburg](#). Ziel des Dokuments ist es, den Schulen und Schulträgern in Brandenburg eine übersichtliche und verständliche Hilfestellung hinsichtlich der IT-Basis-Ausstattung an Schulen anzubieten. Grundlage des Dokuments ist eine vergleichende Recherche der Empfehlungen der Bundesländer zur IT-Infrastruktur von Schulen. Das Dokument ist nicht abschließend und wird kontinuierlich aktualisiert. Die im Dokument dargestellte IT-Basis-Ausstattung an Schulen ist nicht als Empfehlung zu verstehen, sondern zeigt ausschließlich mögliche Anwendungen auf. Die IT-Basis-Ausstattung an Schulen hängt unmittelbar mit dem pädagogischen Profil und dem Medienentwicklungsplan einer Schule zusammen. Dementsprechend können Schulen und Schulträger jederzeit von der dargestellten, generischen Orientierungshilfe abweichen.

Übersicht

1.	Vorbemerkungen	2
2.	Strom-Verkabelung im Schulgebäude	2
	Stromnetz	2
	Steckdosen	2
3.	Breitband-Anschluss der Schule.....	3
4.	Infrastrukturkomponenten des LAN / aktive und passive Komponenten	3
	Passive Komponenten	3
	Aktive Komponenten	4
5.	WLAN.....	5
6.	Schulhausvernetzung / Server	6
7.	Präsentationsgeräte	6
	Beamer	6
	Großbildmonitore /Großdisplays:	7
8.	Dokumentenkamera	7
9.	Audiogeräte.....	7
10.	Endgeräte	8
	Tabletcomputer	8
	Notebooks	9
	Arbeitsplatzcomputer.....	9

1. Vorbemerkungen

- Mit der Förderung aus dem „DigitalPakt Schule“ sollte das Ziel verfolgt werden, dass in jeder Schule in Brandenburg ein infrastrukturelles Basislevel erreicht wird. Hiermit verbunden ist, dass alle Schulgebäude strukturell verkabelt sind (Strom und Netzwerk/LAN) und eine WLAN-Infrastruktur in den Klassenzimmern sowie an weiteren definierten Orten mit ausreichend Bandbreite gegeben ist (z.B.: Sportanlagen, Aufenthaltsräume, Bibliothek, Lehrer*innenzimmer etc.).
- Ausschlaggebend für den Erfolg der baulichen Maßnahmen ist eine abgestimmte Zusammenarbeit zwischen Bauamt, Schulträger, Schule, Elektroplanung und Installateurbetrieb.
- Bei baulichen Tätigkeiten ist darauf achten, dass nicht nur der aktuelle Bedarf abgedeckt, sondern nachhaltig so konzipiert wird, dass auch zukünftige Anwendungsfälle und Einsatzszenarios berücksichtigt werden (beispielsweise durch den Einbau von Leerrohren, Erweiterbarkeit der Komponenten, die Integrierbarkeit neuer Geräteklassen wie Tablets oder Notebook etc.).
- Abweichungen von dieser Orientierungshilfe sind aufgrund der individuellen Medienentwicklungsplanung und lokaler Gegebenheiten immer möglich.
- Die Kosten für den Einsatz von elektronischen Endgeräten sowie für die Administration von IT müssen in der Haushaltsplanung berücksichtigt werden.

2. Strom-Verkabelung im Schulgebäude

Stromnetz

- Abgesichertes Stromnetz zur Spannungsversorgung in allen Schulgebäuden
- Getrennte Stromkreise, z.B. nach Bauteilen und/oder Nutzungsszenarien
- Bei der Auslegung des Stromnetzes, Spitzen durch Einschaltstrom beachten
- Sicherung des Stromnetzes gegen Störungen: redundante Stromversorgung mit eigenem Schaltkreis und unabhängige Stromversorgung (USV) für Infrastrukturkomponenten wie Router, Switches und ggf. Server sollten vorhanden sein.

Steckdosen

- Wenn die Stromverkabelung neu gemacht werden muss, sollten zusätzliche Steckdosen eingeplant werden, um auf zukünftige Szenarien vorbereitet zu sein (z.B.: Internet-of-Things-Anwendungen).
- Generell ausreichende Anzahl an Strom-Steckdosen und USB-Steckdosen in Unterrichtsräumen einplanen:
 - Jeder PC-Arbeitsplatz sollte mit mindestens drei Steckdosen (Monitor, PC, div.) und einer Datendoppeldose ausgestattet sein.
 - Jede*r Schüler*in- und Lehrer*in sollte Zugang zu mindestens einer Strom-Steckdose und/oder USB-Steckdose haben, um sein/ihr Endgerät zu laden. Wenn Tisch-Kabeldosen/Steckdosen aufgrund der räumlichen Gegebenheiten nicht möglich sind (z.B. aufgrund der Flexibilität der Bestuhlung), bieten Steckdosen an den Zimmerwänden (ggf. Unterputz) oder die Bereitstellung über "Steckdosenwagen" gute Alternativen. Bodentanks haben sich in der Praxis nicht bewährt, weil sie schnell verschmutzen, oftmals nicht einfach zugänglich sind und potenziell neue Stolperfallen/Unfallgefahren ergeben.
 - An Lehrer*innen-Arbeitsplätzen sollen zusätzliche Steckdosen für Peripheriegeräte eingeplant werden (CD-Player, Media-Racks, div.).
 - Wand/Decken-Stromsteckdosen für Präsentationsgeräte (Beamer, Interaktive Whiteboards/IWBs)) und für WLAN-Access -Points einplanen (falls diese nicht über das Ethernet-Kabel mit

Strom versorgt werden). Hierbei ist die Sicherung der Steckdosen durch unbefugten Zugriff zu beachten. Alternativ kann auch Fachtechnik mit fester Verkabelung geplant werden.

- Individuelle Planung des Stromnetzes und der Steckdosen für Fachunterrichtsräume (am besten in Absprache mit den Fachlehrer*innen, z.B.: Physik, Chemie, Wirtschaft-Arbeit-Technik etc.)

3. Breitband-Anschluss der Schule

- Näherungsweise bedarf es mittelfristig einer symmetrischen Bandbreite von durchschnittlich 1-1,5 MBit/s pro aktivem Nutzer (500 Schüler*innen = 500 MBit/s Up- und Download).
- Da nur eine direkte Anbindung der Schule per Glasfaser (FTTH/FTTB) symmetrische Übertragungsgeschwindigkeiten von 1 Gbit/s¹ erlaubt, sollten mittelfristig alle Schulen mit Glasfaser versorgt werden. Bis eine Versorgung per Glasfaser möglich ist, sollte der schnellstmöglich verfügbare Internetanschluss genutzt werden. Hierbei sollten auch Anschlussmöglichkeiten per Breitbandkabel des Fernsehanschlusses geprüft werden.
- Alternativ: Mobilfunk über LTE/5G-Router oder einer Richtfunkverbindung bieten Lösungen bei fehlenden kabelgebundenen Zugangsmöglichkeiten.

4. Infrastrukturkomponenten des LAN / aktive und passive Komponenten

- Bei der Einrichtung der IT-Verkabelung sind Branchenstandards und Normen zu beachten (vgl. europäische Norm EN 50173 "Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage" des CELENEC - Europäisches Komitee zur elektrotechnischen Normung, BSI IT-Grundschutz-Kompendium Edition 2019²).
- Routing-Durchsatz von aktiven und passiven Komponenten mit min. 800 Mbit/s
- Einsatz von VLAN-fähigen aktiven und passiven Komponenten zur (logischen) Trennung von mindestens drei Netzen: Verwaltungsnetzwerk, pädagogisches Netzwerk, BYOD³-Netzwerk für externe Geräte

Passive Komponenten

- passive Komponenten in Cat.7 bzw. ggf. Cat.6A
- Gigabit-Ethernet-Verkabelung für Informations-, Kommunikations- und Gebäudeleittechnik in allen Schulgebäuden, als ein Netzwerk (keine physische Trennung von Netzwerken notwendig):
 - strukturierte Verkabelung in 19" Netzwerkschränken
 - Farbcodierung für Netzkabel unterschiedliche Netze

¹ Das Breitbandförderprogramm des Bundes bietet Fördermöglichkeiten für den Anschluss von Schulen an das Glasfasernetz. Mehr Informationen:

<https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Breitbandausbau/Breitbandfoerderung/breitbandfoerderung.html>

² BSI, IT-Grundschutz-Kompendium Edition 2019

https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/IT_Grundschutz_Kompendium_Edition2019.html

BSI, Baustein: INF.4 IT-Verkabelung 2019

https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKompendium/bausteine/INF/INF_4_IT-Verkabelung.html

BSI, Baustein: INF.3 Elektrotechnische Verkabelung 2019

https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKompendium/bausteine/INF/INF_3_Elektrotechnische_Verkabelung.html

³ BYOD, Bring Your Own Device: Die Verwendung privater Endgeräte der Schüler*innen/ Lehrer*innen im Schulkontext.

- Gigabit-Ethernet-Verkabelung und Komponenten (z.B. Switche)
- Primärverkabelung (vom Standort- zum Gebäudeverteiler bzw. gebäudeübergreifend): Lichtwellenleiter (LWL)-Kabel
- Sekundärverkabelung (stockwerksübergreifend): Lichtwellenleiter (LWL)-Kabel (10 Gbit/s)
- Tertiärverkabelung: Twisted-Pair-Kupfer-Verkabelung nach Cat6 o. Cat7-Standard (> 1Gbit/s) (für feste Arbeitsplätze und nicht mobile Clients, bspw. Drucker, Beamer, Interaktive Whiteboards/IWB))

Aktive Komponenten

- Falls IP-Telefonie genutzt werden soll, muss dies bei der Konfiguration der aktiven Komponenten berücksichtigt werden.
- Layer-2-Switches (Bereichsverteiler) in abschließbaren Verteilerschränken, min. 5 Jahre Nutzungsdauer
 - Anschlüsse ab 24 Ethernet-Ports mit 10/100/1000 MBit/s
 - ab 2 SFP+-Ports mit 10 GBit/s
 - Möglichkeit der Netzwerksegmentierung: VLAN-Unterstützung nach 802.1Q
 - Stromversorgung von Endgeräten via PoE (z.B. 802.11at) zum Anschluss von Access Points
 - Leistung: Switch mit 24 Ethernet- und 2 SFP+-Ports: Switching-Kapazität: 88 GBit/s; Datendurchsatz: > 44 Mpps; Switch mit 48 Ethernet- und 4 „Small Form-factor Pluggable+ (SFP+)-Ports“: Switching-Kapazität: 176 GBit/s; Datendurchsatz: > 88 Mpps
 - min. 5 Jahre Garantie
 - „Quality of Service“ für bestimmte Netzwerke auf Basis von Port, VLAN oder TCP/UDP Anwendung
 - Automatische Warnmeldungen an den Second-Level-Support (z.B. bei Loop-Erkennung, Broadcast-Storm etc.)
- Multiservice-Router (Gebäudehauptverteiler) in separatem, verschließbarem Raum, min. 5 Jahre Nutzungsdauer
- Sicherheitsgateway mit Firewall (i.d.R. professioneller Router) mit:
 - Next-Generation Firewall-System für Filtermechanismen über Basisschutz hinaus und Threat-Prevention-Funktionalitäten zur Lenkung und Absicherung des gesamten Netzwerkverkehrs, inkl. Stateful Packet Inspection; integrierter Webfiltermechanismus; bei großen Netzwerken Firewall mit Sandboxing in Abhängigkeit der Kosten; muss über SSL-Inspection oder Deep-Packet-Inspection (Filterung entsprechend des Jugendschutzes muss gewährleistet werden)
 - Jugendschutzfilterung muss bei BYOD unabhängig vom eingesetzten Endgerät und der Softwareversion / ohne Installationsaufforderung gewährleistet sein
 - Protokollierung aller Anmeldungen und Aktivitäten (bei unbeaufsichtigter Nutzung), inkl. Belehrung via Netzzutrittsseite
 - Konfiguration/ Management: soll via Konsole, Weboberfläche (HTTPS) o. SSH möglich sein
 - LAN-Schnittstellen: min. 4x Gbit Ethernet Port mit Möglichkeit der Netztrennung; ggf. mind. 1x 10 Gbit Ethernet Port
 - VLANs: auf allen Schnittstellen konfigurierbar; VLAN nach IEEE 802.1Q, Routing zwischen VLANs
 - Routing-Durchsatz: min 2x so hoch wie anliegende DSL-Verbindung; falls Router zur Netztrennung verwendet: min 1 Gbit/s
 - VPN: Verbindung via IPsec u. PPTP müssen konfigurierbar sein
 - DNS/DHCP: im Gateway für jedes konfigurierte Netz einzeln konfigurierbar; wünschenswerte Zusatzfunktion: DNS-Relay, DNS-Proxy, Dynamisches DNS

- Zentrale Content-Filtersysteme zur Umsetzung des Jugendschutzes / Zugangsverwaltung zum WLAN der Schule über Infrastrukturdienste (bsp. RADIUS) einschränken:
 - zeitlich begrenzte Zugriffsmöglichkeiten
 - Nutzungsvereinbarungen mit Schülern/Eltern, Lehrern und Angestellten für BYOD
 - vom Schulnetz getrenntes WLAN einrichten
 - Bandbreitenregulierung
 - Einbindung von digitalen Präsentationsmedien (Displays, Tafeln, Beamern, E-Boards etc.)
 - Unterstützung und Bündelung mehrerer Internetanschlüsse
 - Auf Konformität der Hardware mit europäischem Datenschutz achten (ist der Hersteller z.B. zum Einbau von Backdoors verpflichtet?)

5. WLAN

Die zukünftige oder aktuelle Einführung mobiler Endgeräte (schuleigene Geräte oder BYOD) stellt hohe Anforderungen an das WLAN

- Die Übertragungsqualität und -rate unterliegt schwer einschätzbaren Umgebungseinflüssen (bspw. Stahlbetonwände), weshalb bei größeren Objekten und komplexen Umgebungen für Ort, Art und Anzahl der Access Points vor der Installation eine Funkausleuchtung durch eine Fachfirma unter Realbedingungen durchgeführt werden sollte.
- Eine vereinfachte, ressourcenschonendere Möglichkeit ist die Simulation von Access-Point-Positionen anhand von Gebäudeplänen.
- Zu Fragen der Strahlenbelastung durch WLAN:
 - Handreichung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von 2019 „Was sind elektromagnetische Felder?“⁴
 - Infoblatt des Bundesamtes für Strahlenschutz von 2019 „Sprach- und Datenübertragung per Funk: Bluetooth und WLAN“⁵
- Mindestens ein Access-Point je Klassenzimmer einplanen – dabei bedenken: In Zukunft sind bis zu 100 Clients in einem Klassenzimmer möglich und die Anzahl der Clients je Access-point ist begrenzt.
- Wird dies nicht direkt umgesetzt, sollte bereits jetzt in jedem Klassenraum eine RJ45-Dose zum Anschluss eines Access Points installiert werden.
- Installation von Access-Points zur flächendeckenden Bereitstellung von WLAN im gesamten Schulgebäude:
 - WLAN-Standard IEEE 802.11ac
 - Dualbandfähigkeit, Übertragungsraten: 2,4 GHz ab 300 MBit/s; 5 GHz ab 867 MBit/s
 - DFS-Kanäle im 5 GHz Band für insgesamt höhere Leistungsfähigkeit
 - zentrales Management über WLAN-Controller möglich
 - Authentifizierung WPA2-PSK und WPA2-Enterprise (802.1x)
 - Multi-SSID, VLAN-Unterstützung nach 802.1Q
 - LAN-Schnittstelle: 1x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)
 - Stromversorgung PoE 802.3af oder 802.3at
 - Client-Isolation einstellbar
 - Unterstützung von "seamless roaming"
 - automatisierte Energiereduzierung bei Nicht-Nutzung

⁴ <https://www.who.int/peh-emf/about/en/whatareemfgerman.pdf?ua=1>

⁵ <https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/emf/info-bluetooth-und-wlan.pdf>

- je nach Anwendungsszenario: abgespecktes Interface zur Verwaltung von einigen Einstellungen durch die/den Schulbetreuer*in
- Nicht empfehlenswert:
 - WLAN-Mesh-Systeme als schulweites System (nur für spezifische Anwendungssituationen)
 - WLAN-Repeater, da diese nur das Funksignal verstärken, aber nicht die Bandbreite erhöhen

6. Schulhausvernetzung / Server

- Der Einsatz von Servern für pädagogische Zwecke ist abhängig vom aktuellen Nutzen: Dieser muss individuell zwischen Schulträger und Schule evaluiert werden.
- Um die Komplexität der IT-Architektur, den Aufwand für die IT-Administration, Wartung und Weiterentwicklung sowie die Anfälligkeit für Fehler und Störungen an Schulen zu minimieren und um rechtliche Aspekte des Datenschutzes sowie der Datensicherheit zu berücksichtigen, wird vom Einsatz von Servern für pädagogische Zwecke abgeraten. Stattdessen sollten Alternativen geprüft werden.
- Mögliche Anwendungsszenarien und Einsatzgebiete für Server sind bei unzureichender Internetanbindung denkbar (Virtualisierung von Serversystemen, Backup-Server/Fileservers, Spiegel-/Puffer-Systeme usw.).
- Mit Bereitstellung einer Schul-Cloud (geplanter flächendeckender Rollout ab 2021) ist der Einsatz von schuleigenen Servern, bei ausreichender Internetbandbreite, für pädagogische Zwecke i.d.R. nicht mehr nötig (weitere Hinweise folgen im Zuge der Rollout-Planung).

7. Präsentationsgeräte

- In jedem Klassenraum sollte ein festinstalliertes Präsentationsgerät für Großbilddarstellung inkl. Audiogerät vorhanden sein (interaktives Whiteboard/IWB), Beamer oder E-Boards).
- Mobile Beamer können für den Einsatz außerhalb einer Klassenraumsituation als Ergänzung vorgehalten werden.
- Bereits bei der Anschaffung von Präsentationsgeräten sollten Folgekosten eingeplant werden (z.B.: Tausch Beamerfilter und -lampen, Stromkosten durch Betrieb und Standby).
- Overheadprojektoren (OHP) können durch Dokumentenkameras (Visualizer) oder aber durch den Einsatz von Tabletcomputern in einer entsprechenden Halterung ersetzt werden, hierbei ist die Bildqualität kritisch zu prüfen.
- Es sollten Schulträger- oder mindestens schulweit einheitliche Geräte genutzt werden (aufgrund des Wartungsaufwand, Einarbeitung, Sehgewohnheiten, Schulungen etc.).
- Eine zusätzliche analoge Schreibfläche (Whiteboard) ist möglich.

Beamer

- bevorzugt fest über Projektionsfläche montiert
- möglichst einfache Wartung / robuste Geräte (ggf. Lasertechnologie, weil kein Lampentausch notwendig)
- möglichst kurze Nachlaufzeit
- Geräuschpegel < 37 dB (Normal-Modus)
- Lichtstärke ab 3400 ANSI-Lumen (im Normal-Modus)

- Auflösung ab 1920 x 1080 Pixel (Standardbeamer), 1280 x 720 Pixel (LED-/Ultrakurzstanzbeamer)
- min. 2 digitale Schnittstellen (HDMI o. Display-Port)
- eventuelle Zusatzgeräte für Übertragung von mobilen Geräten (Miracast, Airplay etc.)
- ggf. Ultrakurzstanzbeamer (kein Schattenwurf)
- min 3 Jahre vor-Ort-Garantie und Wartung inkl. Filterwechsel, Filterreinigung, Kalibrierung, Kabeltausch etc.

Großbildmonitore /Großdisplays:

- Displaygrößen ab 65"/165cm Diagonale für kurzen Sehabstand/sehr kleine Klassen-/Fachräume ev. geeignet, für reguläre Klassenräume sind Displays ab 84"/213cm Diagonale sinnvoll
- Helligkeit ab 350 cd/m²
- mattes Display
- ortsfest installiert
- Auflösung ab 3840 x 2160 Pixel/Ultra HD /4K
- für interaktive Großbildmonitore: Display erfasst mindestens 8 gleichzeitige Berührungspunkte
- min 3 Jahre vor-Ort-Garantie und Wartung
- integrierte Lautsprecher, Soundbar oder separates, leistungsfähiges Soundsystem
- mind. 1 HDMI 2.0-Anschluss, + 1 weitere digitale Schnittstelle (HDMI oder DisplayPort), mind. 1 USB-Anschluss, Unterstützung von drahtlosen Übertragungssystemen für Bild und Ton (z.B. Screencast, Miracast, Airplay)
- Unterstützung drahtloser Übertragung/ Dopplung
- LAN-Anbindung (reine Anbindung über WLAN nicht empfohlen)

8. Dokumentenkamera

- Einsatz von Dokumentenkameras sollte in Abhängigkeit des pädagogischen Bedarfs hinsichtlich des Preises/ Nutzens geprüft werden (eventuell ersetzen durch Smartphone/ Tabletcomputer in entsprechender Halterung)
- Auflösung min. 1920 x 1080 Pixel
- Bildfrequenz min 30 Bilder /s
- min 6-fach optischer Zoom
- HDMI-Eingang/Ausgang, USB-Anschluss
- Sollten LAN-Anschluss besitzen, alternativ WLAN-fähig sein

9. Audiogeräte

- Wenn möglich: Audioausgabe in Klassenräumen über vorhandene Endgeräte (z.B. IWBs, Beamer)
- Abhängig vom pädagogischen Bedarf sollte der Einsatz von fest installierten Audio-Lösungen oder mobilen Audiogeräte (z.B. Bluetooth-Lautsprecher) geprüft werden, z.B. Musik- oder Medienunterricht.

10. Endgeräte

- Anreizmodelle zur Anschaffung von Endgeräten sollten evaluiert werden (z.B. gemeinsame Finanzierung von Lehrerendgeräten durch Schulträger und Lehrkräfte mit Möglichkeit der privaten Nutzung, Leasing von Geräten etc.).
- Empfehlung: Die Schule definiert in Zusammenarbeit mit dem Schulträger eine abgestimmte Position zum Thema „Bring-Your-Own-Device (BYOD)“.
- Bereitstellung von Geräten: angemessener Pool an Austauschgeräten muss vorhanden sein (Schlüssel mindestens 30:2).
- Auf ausreichend lange Geräte-Garantie für die geplante Haltezeit mit entsprechenden Reaktionszeiten achten (z.B. Vor-Ort-Austausch/Reparatur am nächsten Arbeitstag).

Tabletcomputer

- ab 9,5" Bildschirmdiagonale
- Sensoren je nach Anwendungsfall (z.B. Gyroskop für AR- und VR-Anwendungen)
- Auflösung Display: mind. 1920 x 1080 (Full HD)

Windows-Tablets

- Systemleistung: Cinebench R15: mind. 60 Punkte (Single-Core) bzw. mind. 150 Punkte (Multi-Core)
- (erfüllt ab: ab Intel Celeron N4xx, ab Intel Pentium Silver N5xx, ab Intel Pentium Gold 4xxx, Intel Core m5-xxxx, ab Intel Core m3-xxxx, ab Intel i3-6xxxU, ab Intel i5-6xxxU, ab Intel i7-6xxx)
- ab 4 GB RAM
- SSD ab 128 GB
- mind. Bluetooth 4.2, WLAN 802.11ac

Android bzw. ChromeOS-Tablets

- Systemleistung: AnTuTu v7-Benchmark min. 75.000 Pkt o. GeekBench 4 min 900 Punkte (Single-Core) bzw. mind. 3500 Punkte (Multi-Core)
- (erfüllt durch: RK3399, Helio ab X20, Kirin 659, 950, 960, Snapdragon ab 625)
- ab 2 GB RAM
- ab 32 GB interner Speicher
- mind. Bluetooth 4.2, WLAN 802.11ac
- mind. Android 7.x.x (hier sollten Hersteller gewählt werden, die eine Update-Unterstützung über mehrere Jahre hinweg gewährleisten)

iOS-Tablets

- Systemleistung: AnTuTu v7-Benchmark: mind. 200.000 Punkte (Total Score)
- (erfüllt durch aktuelle iPads (ab Apple A10-Prozessor))
- ab 2 GB RAM
- ab 32 GB interner Speicher

Zubehör (gerätespezifisch)

- Grundsätzlich empfiehlt sich eine passende Schutzhülle/Tasche für Tablets, um Beschädigungen und Verunreinigungen vorzubeugen und die äußere Unversehrtheit der Geräte möglichst lang sicherstellen zu können.
- Kabellose Bluetooth-Maus und (andockbare) Tastatur für Tablets sind eventuell sinnvoll.

Notebooks

- mind. 12"/30cm Diagonale
- Systemleistung: Cinebench R15: min 145 Pkt. (single-core) u. 370 Pkt. (Multi-core) (derzeit erfüllt durch: ab Intel i5-73xxU, ab Intel i7-7xxxx, ab AMD Ryzen 7 3700U)
- ab 8 GB RAM
- Festplatte SSD ab 240 GB
- mind. 2x USB 3.0-Anschlüsse, ev. 1 x USB-C
- WLAN 802.11ac
- Auflösung Display: mind. 1920 x 1080 (Full HD), matt/non-glare
- gem. Einsatzzweck zu prüfen: optisches Laufwerk (DVD-/Blu-ray)
- min 3 Jahre vor-Ort-Garantie inkl. IT-Service und Wartung ("Eine über die gesetzliche Gewährleistung hinausgehende Garantie kann entfallen, wenn diese Leistung vom Sachaufwandsträger übernommen wird")
- hohe Akkulaufzeit vorteilhaft (ganzer Schultag) oder alternativ mit erweiterbaren-Akkus
- Aufbewahrungsmöglichkeiten (z.B.: Wägen) inkl. Diebstahlsicherheit berücksichtigen

Arbeitsplatzcomputer

- Systemleistung: Cinebench R15: min 145 Pkt. (single-core) u. 370 Pkt. (Multi-core) (derzeit erfüllt durch: ab Intel Pentium Gold G4560, ab Intel i3-6xxx, ab Intel i5-6xxx, ab Intel i7-6xxx, ab AMD Ryzen 5 xxxxx, ab AMD Ryzen 7 xxxxx)
- RAM ab 8 GB
- Festplatte SSD ab 240 GB
- mind. 2x USB 3.0-Anschlüsse (darunter 1x Frontseite)
- min 3 Jahre vor-Ort-Garantie inkl. IT-Service und Wartung ("Eine über die gesetzliche Gewährleistung hinausgehende Garantie kann entfallen, wenn diese Leistung vom Sachaufwandsträger übernommen wird")
- Monitore: ab 23,5" ab 1920 x 1080 Pixel bei Bildschirm > 24" ab 2560 x 1440 Pixel, Helligkeit ab 300 cd/m², Gerät höhenverstellbar & neigbar