

## Hardware-Mindestkriterien

**Anlage 2** zur Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen aus dem Förderprogramm des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus  
– digitale Bildungsinfrastruktur an bayerischen Schulen (dBIR)

Nachfolgend sind für ausgewählte Geräteklassen die technischen Mindestkriterien als **Voraussetzungen für die Förderfähigkeit der IT-Ausstattung nach Nr. 5.3 Satz 1 (Kostenpositionen 1 und 2) dBIR** aufgeführt; dabei sind in pädagogisch begründeten Einzelfällen Abweichungen von den geforderten Mindestkriterien unter Bezug auf die Medienkonzepte der einzelnen Schule möglich.

Darüber hinaus enthält das **Votum des Beraterkreises zur IT-Ausstattung von Schulen des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus** weitere wichtige Empfehlungen zur pädagogisch und technisch sinnvollen Konzeption der schulische Bildungsinfrastruktur, insbesondere zum Digitalen Klassenzimmer (Kapitel 4), zu weiteren Einsatzbereichen von IT-Systemen (Kapitel 5), zu Auswahlkriterien für Computer, Betriebssysteme und Software (Kapitel 8) und zur Spezifikationen von Hardware-Komponenten (Kapitel 10). Das aktuelle Votum kann Sachaufwandsträgern und Schulen wichtige **Orientierung für die Planung, Konzeption, Ausschreibung, Beschaffung und den Support** geben. Neben den in dieser Anlage genannten technischen Mindestkriterien werden dort zu den einzelnen jeweilige IT-Geräteklassen weitere weiterführende Information und empfehlende Hinweise gegeben (<https://www.mebis.bayern.de/votum/>).

### **Geräteklassen**

1. Arbeitsplatzcomputer.....	2
2. Monitore .....	2
3. Notebooks .....	3
4. Tablets .....	3
5. Server.....	5
6. NAS-Systeme.....	6
7. Beamer.....	6
8. Großbildmonitore und interaktive Großbildmonitore.....	7
9. Dokumentenkameras .....	7
10. Drucker.....	7
11. Access-Points.....	8
12. Switche.....	8
13. Internetzugangsrouten .....	9

## Hardware-Mindestkriterien

### 1. Arbeitsplatzcomputer

<b>Werte für Systemleistung/CPU, RAM, Festplatte, Garantie</b>	
<b>Merkmal</b>	<b>Werte</b>
Systemleistung/ CPU	Um die Systemleistung zu überprüfen, eignet sich das Programm SYSmark 2014 oder das kostenlose Programm Cinebench R15.  Mindestwerte Benchmark: SYSmark 2014 v1.5 (Windows 10, 64bit): 1200 Punkte (*) oder Cinebench R15: 145 Punkte (Single-Core) u. 370 Punkte (Multi-Core) (*)
RAM	ab 8 GB RAM
Festplatte	SSD ab 240 GB
Garantie	mindestens 3 Jahre „Vor-Ort-Garantie“ Eine über die gesetzliche Gewährleistung hinausgehende Garantie kann entfallen, wenn diese Leistung vom Sachaufwands-träger übernommen wird.

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

ab Intel Pentium Gold G4560, ab Intel i3-6xxx, ab Intel i5-6xxx, ab Intel i7-6xxx,  
ab AMD Ryzen 3 13xxx, ab AMD Ryzen 5 xxxxx, ab AMD Ryzen 7 xxxxx

### 2. Monitore

<b>Werte für Größe, Auflösung, Helligkeit</b>	
<b>Merkmal</b>	<b>Werte</b>
Größe	ab 23,5"
Auflösung	bis 24" Bildschirm: ab 1920 x 1080 Pixel bzw. ab 1920 x 1200 Pixel  bei Bildschirmen > 24": ab 2560 x 1440 Pixel
Helligkeit	ab 300 cd/m <sup>2</sup>

## Hardware-Mindestkriterien

### 3. Notebooks

<b>Werte für Systemleistung, RAM, Festplatte, Display, Garantie</b>	
<b>Merkmal</b>	<b>Werte</b>
Systemleistung/ CPU	Um die Systemleistung zu überprüfen, eignet sich das Programm SYSmark 2014 oder das kostenlose Programm Cinebench R15.  Mindestwerte Benchmark: SYSmark 2014 v1.5 (Windows 10, 64bit): 1200 Punkte (*) oder Cinebench R15: 145 Punkte (Single-Core) u. 370 Punkte (Multi-Core) (*)
RAM	ab 8 GB RAM
Festplatte	SSD ab 240 GB
Display	ab 1920 x 1080 Pixel
Garantie	mindestens 3 Jahre Garantie Eine über die gesetzliche Gewährleistung hinausgehende Garantie kann entfallen, wenn diese Leistung vom Sachaufwands-träger übernommen wird.

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

ab Intel i5-73xxU, ab Intel i7-7xxxx, ab AMD Ryzen 7 3700U

### 4. Tablets

<b>4.1. Windows-Tablets:</b>	
<b>Werte für Systemleistung/CPU, RAM, interner Speicher, Display</b>	
<b>Merkmal</b>	<b>Werte</b>
Systemleistung/ CPU	Um die Systemleistung zu überprüfen, eignet sich das kostenlose Programm Cinebench R15.  Cinebench R15: mind. 60 Punkte (Single-Core) bzw. mind. 150 Punkte (Multi-Core) (*)
RAM	ab 4 GB RAM
interner Speicher	SSD ab 128 GB

## Hardware-Mindestkriterien

Display	ab 9,5" Bildschirmdiagonale mind. 2 MegaPixel Digitizer (Stifteingabe mit mehreren Druckstufen)
---------	---

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

ab Intel Celeron N4xx, ab Intel Pentium Silver N5xx, ab Intel Pentium Gold 4xxx,  
Intel Core m-5xxxx, ab Intel Core m3-xxxx, ab Intel i3-6xxxU, ab Intel i5-6xxxU, ab Intel i7-6xxxx

<b>4.2. Android- bzw. ChromeOS-Tablets:</b>	
<b>Werte für Systemleistung/CPU, RAM, interner Speicher, Display</b>	
Merkmal	Werte
Systemleistung/ CPU	Um die Systemleistung zu überprüfen, eignen sich die kostenlosen Programme AnTuTu oder GeekBench.  AnTuTu v7-Benchmark: mind. 75.000 Punkte (Total Score) (*) oder GeekBench 4: mind. 900 Punkte (Single-Core) bzw. mind. 3500 Punkte (Multi-Core) (*)
RAM	ab 2 GB RAM
interner Speicher	ab 32 GB
Display	ab 9,5" Bildschirmdiagonale mind. 2 MegaPixel Digitizer (Stifteingabe mit mehreren Druckstufen)

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

RK3399, MT8176, Helio ab X20, Kirin 659, 950, 960, Snapdragon ab 625

<b>4.3. iOS-Tablets:</b>	
<b>Werte für Systemleistung/CPU, RAM, interner Speicher, Display</b>	
Merkmal	Werte
Systemleistung/ CPU	Um die Systemleistung zu überprüfen, eignet sich das Programm AnTuTu.  AnTuTu v7-Benchmark: mind. 200.000 Punkte (Total Score) (*)

## Hardware-Mindestkriterien

RAM	ab 2 GB RAM
interner Speicher	ab 32 GB
Display	ab 9,5" Bildschirmdiagonale mind. 2 MegaPixel Digitizer (Stifteingabe mit mehreren Druckstufen)

(\*) Aktuelle iPads (ab Apple A10-Prozessor) erfüllen die geforderte Systemleistung.

### 5. Server

<b>5.1. Standardserver (z. B. Fileserver ohne Virtualisierung von Serversystemen): Werte für Systemleistung/CPU, RAM, LAN-Anschlüsse und Garantie</b>	
Merkmal	Werte
Systemleistung/ CPU	mind. 4-Kern-CPU  Um die Prozessorleistung zu überprüfen, eignet sich der Benchmark SPEC CPU 2006.  Benchmark SPEC-CPU-2006 SPECint_rate_base2006: ab 200 (*)
RAM	ab 16 GB RAM ab DDR 4 ECC 2133 MT/s
LAN-Anschlüsse	ab 2 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)
Garantie	mindestens 5 Jahre „Vor-Ort-Garantie“

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

ab Intel Xeon E3-1220 v6, ab Intel Xeon Bronze

<b>5.2. Server zur Virtualisierung von Serversystemen: Werte für Systemleistung/CPU, RAM, LAN-Anschlüsse, Garantie</b>	
Merkmal	Werte
Systemleistung/ CPU	mind. 8-Kern-CPU  Um die Prozessorleistung zu überprüfen, eignet sich der Benchmark SPEC CPU 2006.

## Hardware-Mindestkriterien

	Benchmark SPEC-CPU-2006 SPECint_rate_base2006: ab 600 (*)
RAM	ab 64 GB RAM ab 2400 MT/s ECC RDIMMs
LAN-Anschlüsse	ab 4 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)
Garantie	mindestens 5 Jahre „Vor-Ort-Garantie“ maximale Reaktionszeit: nächster Arbeitstag

(\*) Bei aktuellen Komponenten kann davon ausgegangen werden, dass die geforderte Systemleistung bei folgenden Prozessoren erfüllt ist:

ab Intel Xeon E5-2630 v4, ab Intel Xeon Silver 4110, ab AMD Epyc 7351

### 6. NAS-Systeme

<b>Werte für Systemleistung/CPU, RAM, LAN-Anschlüsse</b>	
Merkmal	Werte
Systemleistung/ CPU	ab Quadcore-Prozessor (x86-Architektur) mit mind. 1,5 GHz Taktfrequenz
RAM	ab 2 GB RAM
LAN-Anschlüsse	ab 2 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)

### 7. Beamer

<b>Werte für Lichtstärke, Auflösung, Schnittstellen</b>	
Merkmal	Werte
Lichtstärke	ab 3400 ANSI-Lumen (im Normal-Modus)
Auflösung	Standardbeamer: ab 1920 x 1080 Pixel bzw. ab 1920 x 1200 Pixel  LED- / Laser-Beamer: ab 1280 x 720 Pixel bzw. ab 1280 x 800 Pixel  Ultrakurzstanzbeamer: ab 1280 x 720 Pixel bzw. ab 1280 x 800 Pixel
Schnittstellen	2 digitale Schnittstellen (HDMI oder DisplayPort)

## Hardware-Mindestkriterien

### 8. Großbildmonitore und interaktive Großbildmonitore

<b>Werte für Oberfläche und Helligkeit, Auflösung, Garantie</b>	
Merkmal	Werte
Oberfläche und Helligkeit	ab 350 cd/m <sup>2</sup> mattes Display gehärtetes Glas
Auflösung	ab 3840 x 2160 Pixel
Garantie	mindestens 5 Jahre „Vor-Ort-Garantie“

### 9. Dokumentenkameras

<b>Werte für Auflösung, Bildfrequenz, Zoom, Schnittstellen</b>	
Merkmal	Werte
Auflösung	Ausgangsauflösung mind. 1920 x 1080 Pixel
Bildfrequenz	mind. 30 Bilder/s
Zoom	mind. 6-fach optischer Zoom
Schnittstellen	HDMI-Eingang HDMI-Ausgang

### 10. Drucker

<b>10.1. Dezentraler Drucker mit geringem Druckvolumen: Werte für Auflösung, Schnittstellen</b>	
Merkmal	Werte
Auflösung	ab 1200 x 1200 dpi
Schnittstellen	1 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)

<b>10.2. 3D-Drucker: Werte für Schichtdicke, Druckplatte</b>	
Merkmal	Werte
Schichtdicke	bis 0,1 mm
Druckplatte	beheizbar

## Hardware-Mindestkriterien

### 11. Access-Points

<b>Werte für WLAN-Standard, Übertragungsraten, Konfiguration, Authentifizierung, Multi-SSID, LAN-Schnittstelle, Stromversorgung, Client-Isolation</b>	
Merkmale	Werte
WLAN-Standard	IEEE 802.11ac 2,4 GHz und 5 GHz
Übertragungsraten	2,4 GHz: ab 300 MBit/s 5 GHz: ab 867 MBit/s
Konfiguration	zentrales Management über einen WLAN-Controller möglich
Authentifizierung	WPA2-PSK und WPA2-Enterprise (802.1x)
Multi-SSID	Multi-SSID VLAN-Unterstützung nach 802.1Q
LAN-Schnittstelle	1 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet)
Stromversorgung	PoE 802.3af oder 802.3at
Client-Isolation	Client-Isolation einstellbar

### 12. Switche

<b>Werte für Anschlüsse, VLANs, Leistung, Garantie</b>	
Merkmale	Werte
Anschlüsse	ab 24 Ethernet-Ports mit 10/100/1000 MBit/s ab 2 SFP+-Ports mit 10 GBit/s
VLANs	VLAN-Unterstützung nach 802.1Q
Leistung	Switch mit 24 Ethernet- und 2 SFP+-Ports: Switching-Kapazität: 88 GBit/s Datendurchsatz: > 44 Mpps <sup>(*)</sup>  Switch mit 48 Ethernet- und 4 SFP+-Ports: Switching-Kapazität: 176 GBit/s Datendurchsatz: > 88 Mpps <sup>(*)</sup>
Garantie	mindestens 5 Jahre Garantie

(\*) Die interne Switching-Kapazität (Bandbreite der Backplane) sollte der (doppelten) Gesamtkapazität aller Ports entsprechen. Der Datendurchsatz in Mpps (Million Packets per Second) gibt an, wie viele Pakete der Switch verarbeiten kann (üblicherweise mit 64 Byte-Paketen gemessen). Eine sinnvolle Größenordnung für den erforderlichen Datendurchsatz kann man aus der Switching-Kapazität ermitteln, wenn man mit einer durchschnittlichen Paketgröße von 2000 Bit kalkuliert.



## Hardware-Mindestkriterien

### 13. Internetzugangsrouten

<b>Werte für LAN-Schnittstellen, WAN-Schnittstellen, Routing-Durchsatz</b>	
<b>Merkmal</b>	<b>Werte</b>
LAN-Schnittstellen	ab 4 x RJ45-LAN (Gigabit-Ethernet), als Routerports konfigurierbar
Routing-Durchsatz	Routing-Durchsatz mind. 800 MBit/s