

## Hinweise zu Auflademöglichkeiten in der Schule

Der sinnvolle Einsatz von mobilen Geräten in der Schule hängt wesentlich von der Kapazität und der Lebensdauer der verwendeten Akkus ab. Die verwendeten Netzteile sollten so eingesetzt werden, dass sie die Effizienz des Akkus oder generell aller im Zuge der Benutzung verwendeten (elektronischen) Ressourcen steigern oder maximieren.

### Ladestrategien

Grundsätzlich benötigt die Schule ein Konzept zum Betrieb der mobilen Geräte, das sicherstellt, dass die Endgeräte während eines ganzen Schultages für den (sofortigen) Unterrichtseinsatz zur Verfügung stehen. Es gibt zum Aufladen der mobilen Geräte folgende Lademöglichkeiten:

#### **Vorausladen**

ausreichende Aufladung vor dem Einsatz. Die Akkulaufzeit sollte dann für den gesamten Unterrichtseinsatz z. B. ein Schultag ausreichen.

#### **Zwischenladen**

(mehrmaliges oder einmaliges) Aufladen zwischen den Einsätzen während des Schultags

#### **Restladen mit Stromversorgung**

Ad-Hoc-Betrieb mit der momentanen Akkuladung, anschließend wird das Gerät an die Stromversorgung angeschlossen und weitergearbeitet (eventuell gleichzeitig geladen).

Die gewählte Ladestrategie sollte sicherstellen, dass die mobilen Endgeräte für die vorgesehene Einsatzdauer über eine ausreichende Akkukapazität verfügen. Dabei müssen auch Ladevorgänge im privaten Bereich berücksichtigt werden und Endanwender entsprechend instruiert werden (z. B. SchILF „Wie lade ich mein Endgerät richtig?“)

### Gerätespezifische Netzteile

Noch findet eine Trennung von Netzteil und Endgerät im Verkauf bis auf wenige Ausnahmen (Apple, Motorola, Fairphone) nicht statt. Mitgelieferte Netzteile besitzen oft nur grundlegende Lademöglichkeiten, erweiterte Funktionen oder Anschlussmöglichkeiten sind nicht vorhanden oder nur gegen Aufpreis erhältlich. Zusätzlich liefern manche Anbieter ihre Netzteile immer noch mit proprietären Anschlüssen aus, so dass nur das mitgekauftete Netzteil zu dem jeweiligen Endgerät passt bzw. alle möglichen Funktionen unterstützt.

### Universalnetzteile

Seit 2017 wurde eine Selbstverpflichtung der Hersteller in nationales Recht umgesetzt, die gewährleisten sollte, dass Endgeräte mit Universalnetzteilen geladen werden können. Dabei kommen verschiedene Anschlussarten zum Einsatz. Auch Schnelladestandards werden unterstützt.

Die großen Vorteile beim Einsatz der Universalnetzteile sind der Wegfall von proprietären Anschlüssen (und dazugehörigen Adaptern), sowie die Kompatibilität von Netzteil und Endgerät, d.h. Endgeräte können mit beliebigen Universalnetzteilen geladen werden.

Beispielsweise ist es ohne Probleme möglich mit dem passenden Universalnetzteil (Stromstärke, Leistung) ein iPad, ein Windows Notebook oder ein Android Tablet zu laden.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46755>

### Powerbanks

Powerbanks sind Zusatzakkus und mittlerweile in den verschiedensten Ausführungen und Preisklassen verfügbar. Meist handelt es sich dabei um kleine Kästchen von der Größe einer Zigarettenschachtel bis hin zur Größe einer mobilen Festplatte.

In der Regel sind sie aber deutlich schwerer. Größe und Gewicht hängen letztendlich auch von der Leistung des Zusatzakkus ab.

Powerbanks halten ihre Ladung über einen längeren Zeitraum und müssen (auch bei Nichtbenutzung) nicht ständig nachgeladen werden. Je nach Akkukapazität lässt sich mit ihnen ein mobiles Endgerät auch öfter komplett laden.

Nachteilig ist, dass die Powerbanks eventuell zusätzlich im Schulgepäck mitgenommen werden müssen und eine begrenzte Lebensdauer (3 bis 4 Jahre) besitzen.

### Mehrfachlademöglichkeiten

Steckernetzteile mit mehreren Anschlussbuchsen des USB-C oder USB-A Typs können mehrere Endgeräte gleichzeitig laden. Nicht alle Anschlüsse unterstützen dabei alle Standards, ebenso sind die insgesamt lieferbare Stromstärke (typischerweise max. 2,0 A pro Ausgang) und Leistung (typischerweise 45 W bis 60 W Gesamtleistung) begrenzt. Für das gleichzeitige Laden von Notebooks (mit jeweils bis zu 100 W) eignen sie sich weniger, können aber eine gute Lösung zum gleichzeitigen Laden für Tablets oder Smartphones sein. Genauere Angaben muss man im Einzelfall den Datenblättern entnehmen (max. Watt, max. Ampere, unterstützte Ladestandards).

USB-Hubs ermöglichen ebenfalls das gleichzeitige Laden mobiler Geräte. Hier muss man beachten, dass USB-Hubs primär zur Datenübertragung, nicht zur Stromversorgung eingesetzt werden. Neben der möglichen maximalen Datenrate ist normalerweise auch die maximal mögliche Übertragungsleistung und Stromstärke (pro Ausgang) begrenzt, so dass angeschlossene Geräte eventuell nur sehr langsam laden.

## Drahtlose Lademöglichkeiten

Drahtlose Lademöglichkeiten sind für Einzelgeräte gedacht und beruhen auf dem Prinzip der Induktion (zu ladendes Gerät hat direkten Kontakt mit dem zu ladenden Gerät) oder Resonanz (zu ladendes Gerät muss in der Nähe des Ladegerätes sein, kein direkter Kontakt nötig).

Schnelladefunktionen sind abhängig vom zu ladenden Endgerät verfügbar. Der Vorteil der berührungslosen Lademöglichkeiten ist der Wegfall jeder Art von Adapter oder Kabel und die einfache Handhabung.

## Weitere Lademöglichkeiten

- Für Notebooks gibt es Laptopschränke oder Laptop-Trolleys mit eingebauter Lademöglichkeit. Hier stehen auch Sicherheitsfeatures zur Verfügung.
- Für Tablets gibt es (Roll)Koffer mit eingebauter Ladefunktion. Auch hier stehen erweiterte Funktionen zur Verfügung (Netzwerkzugang über einen Switch, WLAN-Hotspot, Kensingtonlock).

## Beispiele für Ladegeräte

Artikel aus der c't: <https://www.heise.de/select/ct/2021/16/2116612040264562316>

## USB-Typ-C

USB-Typ-C ist ein standardisiertes Format für Stecker, Kabel und Buchsen. Ziel war es, in Zusammenarbeit mit führenden Herstellern eine einheitliche Lösung zu finden, mit der Stromversorgung, Datentransfer und Bildausgabe über ein und denselben Anschluss möglich ist. Das Ergebnis ist der Stecker- und Buchsentyt USB-C, der sich aufgrund seiner symmetrischen Bauart beidseitig verwenden lässt. Folgende wichtige Standards werden unterstützt:

**USB Power Delivery:** Erweitert die maximal mögliche Stromstärke und Leistung - damit ist schnelleres Laden möglich. Zusätzlich können z. B. Monitore oder Drucker mit Strom versorgt werden.

**Thunderbolt 3:** Schnelle Schnittstelle zur Datenübertragung bis 40 GBit/s

**USB 3.1 GEN 2:** Datenübertragung bis 10 GBit/s

**Alternate Mode:** USB-C kann verschiedene Datenleitungen wie Display Port oder HDMI (incl. Sound) abdecken.

Eine genauere Beschreibung mit Übersicht unter

[https://kwindberger.org/ilias.php?ref\\_id=507&obj\\_id=7180&cmd=layout&cmdClass=ilM-presentationgui&cmdNode=n5&baseClass=ilLMPresentationGUI](https://kwindberger.org/ilias.php?ref_id=507&obj_id=7180&cmd=layout&cmdClass=ilM-presentationgui&cmdNode=n5&baseClass=ilLMPresentationGUI)

## Stromkosten

Bei Aufladevorgängen oder zusätzlichen Geräten, die in der Schule dauerhaft verwendet werden, ist mit erhöhten Stromkosten zu rechnen. Einen Beispielerrechner, den Sie für Ihre Zwecke anpassen können, finden Sie unter <https://www.tippscout.de/stromrechner-watt-rechner.html>.

Viele Notebooks lassen sich über eine USB-C-Buchse laden. Das kann auch gelten, wenn das Notebook eigentlich noch einen proprietären Ladeanschluss haben und hängt von den Eigenschaften der vorhandenen USB-C-Buchse ab: Diese muss USB Power Delivery (USB-PD) unterstützen.

Die für USB definierte Standardspannung von 5,0 V genügt nicht, um Geräte der 100 W Klasse ausreichend schnell zu laden (zu hohe Ladeströme würden sehr dicke und steife Anschlusskabel benötigen). Ladegeräte und Endgeräte verwenden deshalb höhere Spannungen, die sie nach dem Power-Delivery-Protokoll aushandeln. Ladefähige USB-C-Buchsen sind nach Vorgaben der USB-IF mit einem Batteriesymbol gekennzeichnet, doch gehen viele Hersteller eigene Wege oder lassen die Beschriftung ganz weg.



Abbildung 1: Symbole für Ladestandards - USB Version an: 5 GBit/s für USB 3.1 Gen 1 und 10 GBit/s USB 3.1 GEN 2

Um eine Beschädigung durch zu hohe Ströme zu verhindern, handeln Netzteil und Endgerät ein gemeinsam unterstütztes PD Profil aus. Ansonsten bleibt es bei den ungefährlichen 5,0 V Standardspannung. Die meisten Notebooks benötigen eine Ladespannung von 20 V, Netzteile für Mobilgeräte, die nur 9 V bis 15 V liefern, eignen sich hier nicht zum Aufladen. Sie laden nicht langsamer, sondern gar nicht.

Für das PD Profil 20V/5A, also 100 W muss auch das verwendete USB-Kabel passen. In solchen Kabeln ist ein Chip verbaut, der die unterstützten PD Profile meldet. Klappt das nicht, wird der Strom auf 3,0 A begrenzt. Dann sind nur 60 W Ladeleistung verfügbar.

Eine Erweiterung der aktuellen PD Version zur Extended Power Range (EPR) wurde für sehr stromhungrige Geräte definiert: Hier sind maximale Leistungen von bis zu 240 W möglich.

Eine Erweiterung namens Programmable Power Supplies (PPS) ermöglicht es dem Endgerät je nach Akkuzustand die benötigte Strom-/Spannungswerte anzufordern. Die ist nur für das Aufladen von mobilen Endgeräten relevant.

Moderne Netzteile sind heutzutage reine Schaltnetzteile (ohne Transformator). Zusammen mit der Verwendung moderner Transistoren ermöglicht dies kompakte Netzteile, die auch bei den oben genannten Werten für Strom und Spannung nicht überhitzen.

Modus	Spannung in V	max. Stromstärke in A	max. Leistung in W
SPR	5	3	15
SPR	9	3	27
SPR	15	3	45
SPR	20	3	60
SPR	20	5 (mit 5A Kabel)	100
EPR	28	5 (mit EPR Kabel)	140
EPR	36	5 (mit EPR Kabel)	180
EPR	48	5 (mit EPR Kabel)	240

Quick Charge von Qualcomm gibt es bereits in der Version 3.0, die Version 2.0 ist weit verbreitet. Es arbeitet in beiden Ausführung mit Ladespannungen zwischen 2,6 V und 20 V, die in Version 3.0 in 200 mV Schritten dem Ladezustand des Akkus angepasst werden. Die maximale Ladeleistung liegt dabei bei 18 W. Durch die Spannungsregelung wird die Abwärme reduziert und die Ladezeit optimiert. Überwacht wird dabei auch die Akkutemperatur. Erreicht diese 40 Grad, dann regelt das System die Ladeleistung herunter. Kompatible Akkus benötigen deshalb einen Temperatursensor. Als Anschluss am mobilen Endgerät genügt aber eine ganz normale USB-Buchse.

Mit Quick Charge 3.0 können Akkus innerhalb einer halben Stunde auf etwa die Hälfte ihrer Gesamtkapazität geladen werden. Es funktioniert nur mit Snapdragon Prozessoren. Seit Version 4.0 ist Quick Charge zu Power Delivery kompatibel.

Samsung und Huawei haben ebenfalls eigene Schnellladelösungen implementiert.

Alle Szenarien sollten den „normalen“ Gebrauch der Endgeräte im Unterricht berücksichtigen. Ebenso sollten die Schülerinnen und Schüler über die Energiesparfunktionen der verwendeten Geräte informiert werden.

### **Szenario 1**

Die mobilen Endgeräte der Schülerinnen und Schüler haben eine ausreichende Akkukapazität für den kompletten Schultag und werden über Nacht zu Hause geladen. Alle beteiligten Schülerinnen und Schüler wissen, dass die Endgeräte vollgeladen zum Unterricht mitgebracht werden müssen. Ein Verstoß führt ggf. zu Konsequenzen. Es gibt Ausweichmöglichkeiten für „vergessene“ Ladevorgänge in Pausen, Freistunden oder während der Frühaufsicht.

### **Szenario 2**

Die mobilen Endgeräte werden an speziell dafür vorgesehenen und vorbereiteten Orten während der Frühaufsicht oder in Stunden, in denen das Endgerät nicht benötigt wird, aufgeladen. Dabei werden sie so weit geladen, dass ausreichend Akkulaufzeit für den Schultag verfügbar ist.

### **Szenario 3**

Alle Schülerinnen und Schüler finden in den Unterrichtsräumen an Ihren Arbeitsplätzen eine USB-Dockingstation vor, an die sie ihr mobiles Endgerät nach Belieben anschließen können. Netzteil und Anschlusskabel müssen die Schülerinnen und Schüler selbst mitnehmen.

### **Szenario 4**

In manchen Unterrichtsräumen sind in den Arbeitsplätzen der Schülerinnen und Schüler Anschlusspanels integriert (USB, Netzwerk, Steckdose), die in den entsprechenden Unterrichtsräumen genutzt werden können. Der Stundenplan ist so angelegt, dass mindestens in einer Stunde pro Vormittag diese Unterrichtsräume benutzt werden. Die Schule hält zusätzlich für jeden Arbeitsplatz Universalnetzteile vor, so dass die Schülerinnen und Schüler ihr privates Netzteil mit Ladekabel nicht mitnehmen müssen.

### **Szenario 5**

Die Schule hat gute Erfahrungen gemacht mit der Einrichtung einer Lese-Ecke und einer Internetecke. Sie richtet nach genau diesem Muster eine Lade-Ecke für die Schüler der Unter-, Mittel- und Oberstufe ein. Dabei wird berücksichtigt, dass alle Geräte mit möglichst vielen Ladestandards innerhalb kurzer Wartezeiten geladen werden können.

### **Szenario 6**

Für alle Schülerinnen und Schülern der teilnehmenden Klassen bzw. Jahrgangsstufen gibt es schon Aufenthaltsräume. In diesen werden drahtlose Schnellademöglichkeiten für die genutzten Endgeräte geschaffen. In wenigen Minuten erhalten die Geräte so eine Aufladung, die für den Schultag ausreicht.

### **Szenario 7**

Die Schule besitzt Ladekoffer für die Endgeräte, die nummeriert sind. Jedes Endgerät besitzt ein zugehöriges Fach, in dem es geladen werden kann. Die Verantwortung für die Verfügbarkeit des Geräts bzw. die Aufladung des Geräteakkus übernehmen die Schülerinnen und Schüler. Es gibt ein Tutoriensystem, das organisatorische Aufgaben bzgl. des Zugriffs auf die Kofferfächer übernimmt.

### **Szenario 8**

Alle Schüler und Schülerinnen erhalten zusätzlich zu ihrem mobilen Endgerät eine Powerbank mit ausreichend Akkukapazität zum drei- bis viermaligen Laden des mobilen Endgeräts. Die Schülerinnen und Schüler laden ihr mobiles Endgerät während des Unterrichts selbständig mit der Powerbank. Es ist ausdrücklich erlaubt, dass sich die Schülerinnen und Schüler die Powerbanks untereinander bei Bedarf „ausleihen“; auch die Schule hält ggf. einige Powerbanks in Reserve für mögliche Härtefälle vor.