



Empfehlung für die ICT-Ausrüstung an den Schulen

Empfehlung zur ICT-Ausrüstung an den obligatorischen Schulen des Kantons Freiburg

Autor(en) des Dokuments	Technischer Sektor Fritic (Thierry Portmann)
Gegenlesen	Pädagogischer Sektor Fritic
Mandat	Philippe Froidevaux
Vertraulichkeitsstufe	Öffentlich
Vertrieb	BKAD
Version	27.11.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Verwaltung der Ausrüstung und Infrastruktur	3
3	Digitale Ausstattung	4
3.1	Umfang.....	4
3.2	Computer	4
3.3	Tablets.....	5
3.4	IT-Wagen, -Koffer und -Schrank.....	5
4	Microsoft 365-Suite	5
5	Standard-Klassenzimmer	6
6	Infrastruktur: Netzwerk, Internet und Strom	7
6.1	Strom- und Netzwerkverkabelung des Gebäudes	7
6.2	Kabelnetzwerk und Geräte (Local Area Network - LAN)	7
6.3	Drahtloses Netzwerk (WiFi oder WLAN)	8
6.4	Internetzugang (WAN)	9
7	Infrastruktur: Multimedia-Streaming	10
7.1	Direkte Interaktivität oder ausgelagerte Interaktivität? Tipps für die Auswahl	10
7.2	Grossformatiger Flachbildschirm oder Beamer? Tipps für die Auswahl	11
7.3	Videoprojektor (Beamer)	13
7.4	Grossformatiger Flachbildschirm	14
7.5	Drahtlose Bildübertragung	16
7.6	Audio-Wiedergabe	17
7.7	Visualizer (Dokumentenkamera)	18
8	Nützliche Links	19

9	Anhänge	20
9.1	Anhang 1	20
9.2	Anhang 2	21

1 Vorwort

Die Fachstelle Fritic unterstützt Schulen bei der Installation und Erneuerung der ICT-Ausrüstung.

Die optimale Infrastruktur hängt von den Kompetenzen ab, die gemäss Lehrplan erreicht werden sollen, sowie von den besonderen Bedürfnissen der einzelnen Schulen. Ohne präzise Ziele und klare Vorstellung, wie diese umgesetzt werden sollen, können keine Empfehlungen für eine ICT-Infrastruktur abgegeben werden.

Die Empfehlungen dieses Dokumentes sollen den obligatorischen Schulen des Kantons Freiburg dabei helfen, den Kauf und die Erneuerung ihrer ICT- und Multimedia-Ausstattung zu planen.

Behandelt werden:

- > Computer und Tablets sowie Systeme zu ihrer Aufbewahrung
- > Internet-Netzwerk und Stromnetz
- > Multimedia-Streaming-Systeme
- > Microsoft 365-Suite

Nicht behandelt werden:

- > Digitale Lernsoftware und Lehrmittel
- > Drucker und Kopiersysteme
- > Telefonie
- > Persönliche Peripheriegeräte (Maus, Headset, Tastatur usw.)
- > Personelle Ressourcen, vor allem für die IT-Unterstützung. Die Bedürfnisse unterscheiden sich je nach dem spezifischen Kontext der Schulen und ändern sich im Zuge der technologischen Entwicklungen.

Um einen reibungslosen Betrieb Ihrer IT-Ausrüstung zu gewährleisten, empfiehlt es sich, mit Fachpersonen zusammenzuarbeiten. Fachliche Unterstützung ist bei der anfänglichen Auswahl des Materials, bei der Installation, aber auch bei der regelmässigen Wartung und beim technischen Support während der gesamten Nutzungsdauer in Ihrer Schule sehr wertvoll. Auf diese Weise kann eine optimale Erfahrung mit der Digitalisierung für Schülerinnen, Schüler und Lehrpersonen gewährleistet werden.

2 Verwaltung der Ausrüstung und Infrastruktur

Die technische Infrastruktur der obligatorischen Schulen wird von den Gemeinden verwaltet und finanziert.

Die Fachstelle Fritic gibt Empfehlungen und bietet neutrale Beratung zu Produkten und Lieferanten.

Für ein funktionelles Netzwerk und eine zeitgemässe Ausrüstung, die den Bedürfnissen der Nutzenden entspricht, **ist professionelle Unterstützung durch ein externes ICT-Unternehmen notwendig.**

Die für die IT-Ausrüstung verantwortliche Person an der Schule stellt sicher, dass alle Nutzenden die erforderlichen Schulungen und Informationen erhalten, damit sie die zur Verfügung gestellten IT-Ressourcen korrekt und sicher bedienen können.

3 Digitale Ausstattung

Unter digitaler Ausstattung verstehen wir Computer und Tablets, die den Nutzenden, sowohl Lehrpersonen als auch Schülerinnen und Schülern, zur Verfügung gestellt werden.

Die Auswahl der Geräte sollte nur ein Teil einer umfassenden Überlegung sein und muss im [Konzept zur Integration digitaler Medien](#) der Schule beschrieben werden.

Generell empfehlen wir den Einsatz von [Geräten, die technologisch auf dem neuesten Stand sind und deren Betriebssystem regelmässig aktualisiert wird](#). Die Wiederverwendung von Altgeräten an Schulen sollte vermieden werden. Zudem empfehlen wir, den Gerätepark durch den Einsatz identischer Produkte und Marken zu vereinheitlichen (Computer, Monitore, Beamer usw.).

Beim Kauf von Geräten sind neben dem Kaufpreis auch die [Gesamtbetriebskosten](#) (cost of ownership oder TCO) einschliesslich Installation, Support, Wartung und Entsorgung zu berücksichtigen.

Die folgende Liste gibt allgemeine Empfehlungen für den Kauf und die Planung neuer ICT-Infrastrukturen, die üblicherweise in den Schulen verwendet werden.

3.1 Umfang

Um die Kompetenzen des Lehrplans 21 erfüllen zu können, sollten die Schülerinnen und Schüler wie folgt ausgestattet werden:

Empfehlungen

- > Zyklus 1: 3 bis 4 Tablets pro Klasse
- > Zyklus 2: 1 Tablet mit Tastatur pro 3 Schülerinnen und Schüler in 5H und 6H, 1 pro 2 Schülerinnen und Schüler in 7H und 8H
- > Zyklus 3: 1 Laptop (oder 1 Tablet mit Tastatur) pro Schülerin oder Schüler

3.2 Computer

Laptop mit [Mac-](#) oder [Windows-](#)Betriebssystem.

Convertibles oder Hybrid-Tablets kombinieren die Vorteile von Laptop und Tablets, allerdings müssen auch praktische Aspekte, Kosten, Robustheit, Akkulaufzeit usw. berücksichtigt werden.

Empfehlungen

- > Sich auf einen Gerätetyp pro Schule beschränken (z. B. nur Convertibles mit Windows-Betriebssystem)
- > Andere Arten von Betriebssystemen (Linux usw.) vermeiden
- > Modelle mit einem ca. 13 Zoll-Bildschirm und mindestens einem USB-C-Anschluss wählen, über den das Aufladen und der Anschluss ans Netzwerk möglich ist (~~Kompatibilität prüfen~~)
- > Erneuerungszyklus: ca. **alle 6 Jahre**

3.3 Tablets

iPad oder Tablet bis im Zyklus 2 (1H bis 8H), danach dienen sie als Ergänzung zu Computern.

Die Kosten für Tablets sind im Allgemeinen niedriger als die eines Laptops und ihre CO₂-Bilanz ist deutlich besser als die eines Computers.¹ Allerdings ist der Erneuerungszyklus in der Regel kürzer.

Empfehlungen

- > Sich auf einen Gerätetyp pro Schule (nur iPad oder Android) beschränken
- > Erneuerungszyklus: ca. **alle 5 Jahre**

3.4 IT-Wagen, -Koffer und -Schrank

Wenn sie nicht benutzt werden, sollten die ICT-Ausrüstungen in Aufbewahrungssystemen mit Ladestation deponiert werden.

Die Standorte und Verteilung der Geräte sollten in das [Konzept zur Integration digitaler Medien](#) der Schule aufgenommen werden.

Je nach Bedarf können fixe oder mobile Modelle zum Aufbewahren, Laden und Synchronisieren von Laptops und Tablets verwendet werden.

Denken Sie bei der Auswahl eines mobilen Aufbewahrungssystems an das Gewicht und die Handhabung und berücksichtigen Sie dabei, ob ein Lift vorhanden ist oder Treppen benutzt werden müssen. Wichtig sind auch die Höhe von Türschwellen, die Abmessungen und die Tragfähigkeit eines allfälligen Lifts. Ein System, in dem direkt eine 230-V-Stromversorgung oder gar universelle USB-C-Ladestationen integriert sind, ist praktischer, aber schwerer und teurer.

Das System muss in der Nähe von Steckdosen mit ausreichender Leistung positioniert sein (je nach Art der Ladegeräte ca. 3 Ampere für 10 Computer).

Empfehlungen

- > Modelle wählen, bei denen sich Ladegeräte integrieren und Kabel sauber organisieren lassen und die über eine integrierte 230-V-Stromversorgung verfügen

4 Microsoft 365-Suite

Der Kanton stellt allen Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern² und den Mitarbeitenden der Schulverwaltung, die in den kantonalen Managementsystemen (Primeo, ISA usw.) aufgeführt sind, ein Microsoft 365-Konto zur Verfügung. Im Format vorname.name@studentfr.ch für Schülerinnen und Schüler und vorname.name@edufr.ch für Lehrpersonen. Die Installation ist auf 5 Geräten erlaubt (privater Computer, persönlicher von der Schule bereitgestellter Computer, Smartphone, Tablet ...), die von den Nutzenden frei

¹ Durchschnittlich 63,2 kg CO₂eq für ein Tablet gegenüber ca. 156 kg CO₂eq für einen Laptop (Daten zum ökologischen Fussabdruck der *Agence française pour la transition écologique* <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>)

² Ab 5H oder optional nach besonderen Bedürfnissen

gewählt werden können. Das Konto umfasst Speicherplatz für eigene Dokumente auf OneDrive, E-Mail, die Office-Suite mit Büroanwendungen sowie Tools für kollaboratives Arbeiten.

Wir empfehlen, [online zu arbeiten](#). Wenn eine Schule die Microsoft Office-Suite lokal auf Geräten installieren möchte, die von mehreren Personen benutzt werden und die nicht persönlich zugewiesen sind (Geräte in Computerräumen, auf Laptop-Wagen), muss sie ihre eigenen Lizenzen erwerben.

5 Standard-Klassenzimmer

In [Anhang 1](#) und [Anhang 2](#) werden zwei Beispiele von Standard-Klassenzimmern³ dargestellt, die mit einem Kurzdistanz-Beamer oder einem Flachbildschirm, mit iPads oder mit Laptops ausgerüstet sind. Beide Varianten lassen sich natürlich kombinieren und anpassen, je nachdem, welche Ausstattung die Schule wählt und wie die räumlichen Gegebenheiten sind.

Empfehlungen

Infrastruktur

- > 3 Ethernet-Anschlüsse (je einer für das Projektionssystem, für den WiFi-Zugangspunkt und für den Computer der Lehrperson)
- > 1 WiFi-Zugangspunkt (in jedem Raum, mit auf das Minimum eingestellter Leistung)
- > Steckdosen für das Lehrerpult, das Projektionssystem und zum Aufladen von Geräten
- > 1 schaltbare Steckdose für den WiFi-Zugangspunkt

Ausrüstungen für Multimedia-Streaming

- > 1 fixer Kurzdistanz-Beamer oder 1 grosser Flachbildschirm (86")
- > 2 Lautsprecher oder 1 Soundbar, die an der Tafel befestigt und mit dem Projektionssystem verbunden sind (integrierte Lautsprecher reichen oft nicht aus)
- > 1 Visualizer (Dokumentenkamera)
- > 1 Receiver für die drahtlose Übertragung von Bild und Ton (Apple TV, Miracast usw.)
- > 1 USB-C-Adapter (Aufladen, Netzwerk, Bild, Ton) für das Lehrerpult

³ Gilt für Standard- und besondere Klassenzimmer, ausser für Räume für technisches Gestalten

6 Infrastruktur: Netzwerk, Internet und Strom

6.1 Strom- und Netzwerkverkabelung des Gebäudes

Bei Renovationen und Neubauten erleichtern Doppelböden oder Zwischendecken in den Klassenzimmern die Verkabelung und ein späteres Nachrüsten erheblich. Aufgehängte Kabelkanäle bieten die gleichen Vorteile.

Empfehlungen

- > Eine Ladestation pro Stockwerk und/oder genügend 230-V-Steckdosen in jedem Klassenzimmer zum Aufladen der Geräte (Laptops, Tablets usw.)
- > Steckdosen in der Nähe der Projektionsgeräte, um Beamer oder Flachbildschirme im Klassenzimmer mit Strom zu versorgen
- > High-Speed-Ethernet-Verkabelung und -Netzwerkanschlüsse in allen Klassenzimmern, in der Nähe des Pultes der Lehrperson und der Projektionsgeräte (Anschluss des Flachbildschirms und/oder des Multimedia-Receivers an das Netzwerk)
- > Je nach Grösse des Gebäudes sollten auch ein Technikraum, Verteilerschränke, professionelle Switches der neusten Generation auf den Etagen, sowie eine zentrale Verwaltung der Access Points eingeplant werden.
- > Bei einem Neubau (oder einer umfangreichen Renovierung) sollte zwischen dem Lehrerpult und dem Projektionssystem ein Kanal mit einem Innendurchmesser von ca. 30 mm eingebaut werden, in das ein HDMI- und ein USB-C-Kabel eingezogen werden können.

6.2 Kabelnetzwerk und Geräte (Local Area Network - LAN)

Das **Kabelnetzwerk** einer Schule ist gewissermassen das Rückgrat ihrer Kommunikation und ihres digitalen Betriebs. Es umfasst eine Reihe von Kabeln und Ausrüstungen, die die Geräte (Computer, Tablets, Telefone, Drucker und alle anderen elektronischen Geräte in der Schule) untereinander und mit dem Internetanschluss verbinden.

Switches sind wesentliche Bestandteile des Kabelnetzwerkes Ihrer Schule. Man kann sie sich als intelligente Weichen vorstellen, die den Datenverkehr an das richtige Ziel leiten. Sie garantieren ein leistungsfähiges, flexibles und sicheres Kabelnetzwerk und spielen eine Schlüsselrolle bei der Optimierung der Kommunikation und der Zusammenarbeit innerhalb der Schule.

Der **Router** dient als Verbindungspunkt zwischen einem Netzwerk und dem Internet und sorgt dank Firewall für einen gesicherten Datenverkehr. Er spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle in einem Schulnetzwerk, das VLANs (Virtual Local Area Networks) verwendet. Mithilfe von VLANs kann das Netzwerk in mehrere virtuellen Subnetze segmentiert werden, die jeweils eine eigene Funktion haben (Verwaltung, Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler usw.). Je nach Optionen zur Sicherung des Internetzugangs (siehe [Internetzugang \[WAN\]](#)) übernimmt der Router auch die Funktionen einer Firewall und eines Inhaltsfilters.

Empfehlungen

Hohe Übertragungsrate:

- > Eine Gesamtbandbreite bereitstellen, die der Gesamtheit der zugrunde liegenden Geräte angepasst ist
- > Gigabit-Ethernet-Technologie unterstützen, um auch bei intensiver Nutzung eine schnelle Datenübertragung zu gewährleisten (Videos, Übertragung grosser Dateien usw.)
- > Möglichkeit für schnellere Uplinks (10 Gigabit Ethernet) bieten, um Switches untereinander oder mit Servern zu verbinden und so einen reibungslosen Datenfluss zu gewährleisten

Verwaltungsfunktionen:

- > Intuitive Webschnittstelle, um die Einrichtung und Überwachung des Netzwerks auch für Nicht-Fachpersonen zu vereinfachen
- > VLAN (Virtual LAN) zur Erstellung separater virtueller Netzwerke, z. B. um das administrative vom pädagogischen Netzwerk zu trennen und so die Sicherheit zu erhöhen
- > QoS (Quality of Service), um bestimmten Arten des Datenverkehrs (VoIP, Videokonferenzen) zu priorisieren und so auch bei hoher Belastung eine reibungslose Kommunikation zu gewährleisten

Zuverlässigkeit und Erweiterbarkeit:

- > Professionelle Produkte mit einer langen kommerziellen Lebensdauer wählen
- > Sicherung gegen Netzwerkschleifen, um Störungen durch falsch angeschlossene Kabel zu vermeiden
- > PoE-Switches (Power over Ethernet-Switches) wählen, um bestimmte Geräte (WiFi Access Points, Telefone, Überwachungskameras) über das Netzwerkkabel mit Strom zu versorgen, wodurch die Notwendigkeit von Netzteilen für jedes Gerät und die Anzahl der benötigten Steckdosen verringert wird.

6.3 Drahtloses Netzwerk (WiFi oder WLAN)

Die Verbreitung von mobilen Geräten und Online-Diensten erfordert eine leistungsfähige drahtlose Netzwerkverbindung in allen Räumlichkeiten der Schule. Neben der Verbindung zu Online-Diensten läuft auch das Multimedia-Streaming von mobilen Geräten zu Projektionssystemen über dieses Netzwerk.

Das WiFi-Netzwerk soll Kabelverbindungen aber nicht ersetzen. Letztere sind so weit wie möglich zu bevorzugen (insbesondere für Multimedia-Receiver, feste Arbeitsstationen und Pulte der Lehrpersonen).

Im Bereich der drahtlosen Netzwerke halten sich die Schulen an die Bundesgesetzgebung und die [Empfehlungen des Bundesamtes für Gesundheit \(BAG\)](#).

Empfehlungen

Das gesamte WiFi-System bietet:

- > eine vollständige WiFi-Abdeckung der Gebäude, die auf einer Analyse und Messung vor Ort basiert («*Wireless site survey*»)
- > einen Access Point in jedem Klassenzimmer und Arbeitsraum, der eine auf das Minimum eingestellte Sendeleistung ermöglicht und zugleich an jedem Arbeitsplatz eine Signalstärke von mindestens -70 dBm bietet
- > einen speziellen Zugang für Gäste, der über ein eigenes Passwort oder eine automatisierte

Zugangskontrolle geregelt wird (temporärer Code, Authentifizierung per SMS usw.)

Die Access Points müssen:

- > von professioneller Qualität sein
- > aus der Ferne verwaltet werden können (Remote-Zugriff)
- > virtuelle Netzwerke unterstützen (VLAN 802.1q)
- > mit Protokollen des Typs WPA2 + TKIP/AES gesichert sein
- > so geplant sein, dass sie mindestens 30 Nutzende verwalten können (Ausnahme: Räume mit hohem Besucheraufkommen, für die eine besondere Planung erforderlich ist)
- > mindestens den WiFi-5-Standard (802.11ac) erfüllen
- > wenn möglich den WiFi-6-Standard (802.11ax) erfüllen
- > eine auf 40 MHz eingestellte Bandbreite haben
- > über das Netzwerk (PoE) oder ein externes Netzteil mit Strom versorgt werden, das mit einer schaltbaren Steckdose verbunden ist, so dass der Zugangspunkt bei Nichtgebrauch ausgeschaltet werden kann
- > auf einer Höhe von ca. 2 m senkrecht an der Wand befestigt werden

6.4 Internetzugang (WAN)

Der verbreitete Einsatz von Cloud-Computing und SaaS (Software as Service) erfordert eine leistungsfähige, zuverlässige und sichere Internetverbindung.

Um zu verhindern, dass Schülerinnen und Schüler im schulischen Umfeld mit illegalen oder ungeeigneten (gewalttätigen, zum Rassenhass aufstachelnden oder pornografischen) Inhalten im Internet konfrontiert werden, ist die Einrichtung einer Inhaltsfilterung am Internetanschluss der Schulen obligatorisch.

Empfehlungen

- > Breitbandverbindung mit ungefähr dem folgenden Downstream:
 - > Minimum: 1,2 Mbit/s pro angeschlossenen Gerät
 - > Empfohlen: 3,0 Mbit/s und mehr pro angeschlossenen Gerät, wenn die lokale Infrastruktur und das Budget dies erlauben
- > Obligatorisch: Firewall und Inhaltsfilterung [nach der EKSD-Richtlinie \(Art. 8\)](#)
- > Eine Verbindung mit symmetrischen Geschwindigkeiten (Up- und Downstream) bevorzugen
- > Das pädagogische Netzwerk der Schule vom administrativen und/oder öffentlichen Netzwerk trennen

Das von Swisscom gesponserte und von der Fachstelle Fritic betreute Angebot [Schulen ans Internet \(SAI\)](#) und insbesondere das Produkt [Smart Business Connect](#) bieten eine ideale Anschlusslösung für Schulen. Die Sicherheitsvorgaben (Firewall und Inhaltsfilterung) können gegen eine geringe monatliche Gebühr in das Angebot integriert (Cloud-Lösung «Managed Security») oder durch ein herkömmliches Gerät, das in der Schule zwischen Router und Netzwerk installiert wird, erfüllt werden (providerunabhängige Lösung mit zusätzlichen Kosten für Abonnement und Wartung, gemäss Vorschlag der mit dem Betrieb des Netzwerks beauftragten Firma). [Dieses Angebot ist bei den Swisscom-Partnern erhältlich.](#)

7 Infrastruktur: Multimedia-Streaming

In der heutigen Zeit kommt dem Projektionssystem in Klassenzimmern eine entscheidende Bedeutung zu. Ursprünglich bestand es aus einem mobilen Projektor und einer Rollo-Leinwand und ergänzte oder ersetzte die traditionelle Wandtafel.

In den 2000er Jahren wurde mit den **interaktiven Whiteboards (IWB)** eine reaktive Projektionsfläche mit einem fest installierten Beamer eingeführt. Seit den 2020er Jahren gewinnen **grossformatige Touch-Flachbildschirme** immer mehr an Beliebtheit. Sie kosten zwar mehr als Beamer, aber mittlerweile sind auch sie erschwinglicher geworden und benötigen weniger Wartung. Diese Bildschirme verfügen über interaktive Tools, die oft markenspezifisch sind.

Die Installation dieser interaktiven Systeme kann komplex sein und erfordert Software-Updates und eine Kompatibilität zwischen den Geräten. Der Unterricht bleibt aber ähnlich: Die Lehrperson schreibt auf eine Projektionsfläche, die für die Schülerinnen und Schüler sichtbar ist.

Mobile Geräte wie Tablets und Laptops bringen eine **neue Dimension mit sich, indem sie eine Fern-Interaktivität ermöglichen**. Die Lehrperson kann über ihr Gerät interaktiv tätig sein, ohne an die Tafel oder an Kabel gebunden zu sein. Selbst ein einfacher mobiler Beamer lässt sich so effizient nutzen, wodurch die Überalterung von Geräten verringert wird.

7.1 Direkte Interaktivität oder ausgelagerte Interaktivität? Tipps für die Auswahl

7.1.1 Direkte Interaktivität

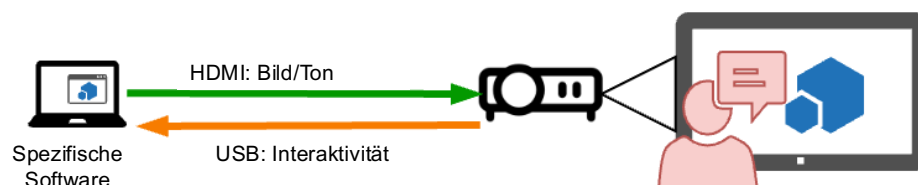
Wird durch das Projektionssystem gewährleistet, sei es ein Videoprojektor (IWB) oder ein grossformatiger Flachbildschirm, sofern dieser über Touch-Funktionen verfügt.

Zwei Funktionsweisen:

- > Autonom (ohne Rückgriff auf den Computer, unter Verwendung der modellspezifischen internen Anwendungen des Systems) oder
- > Interaktiv mit dem Computer (das Projektionssystem funktioniert wie ein Trackpad und kommuniziert über ein zusätzliches Kabel mit der speziellen Software auf dem Computer, um die Bewegungen des Stifts auf die Leinwand zu übertragen).

Besonderheiten der direkten Interaktivität:

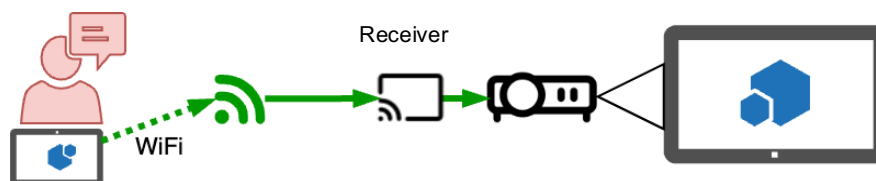
- > Erfordert eine komplexere Verkabelung und die Installation von oft modellspezifischer Software auf der Ausrüstung der Lehrperson.
- > Bedingt Projektionssysteme, die etwas teurer sind als ihre Pendanten ohne Touch-Funktionen und die schneller veralten. Eine gesamthafte Beschaffung wird empfohlen, um eine einheitliche Funktionalität innerhalb der Schule zu gewährleisten.
- > Kann mit einem Stift auf der Projektionsfläche intuitiv bedient werden, vergleichbar mit dem Schreiben auf einer herkömmlichen Tafel, erfordert aber eine gründliche Einarbeitung.



7.1.2 Ausgelagerte Interaktivität

Funktioniert über das mobile Gerät (Tablet oder Laptop mit Touchscreen) der Lehrperson mittels einer Anwendung ihrer Wahl.

- > Erfordert kein Projektionssystem mit Touch-Funktionen und funktioniert auch mit einem alten Beamer.
- > Erfordert ein Gerät zur drahtlosen Videoübertragung, das kompatibel ist mit den mobilen Geräten Typen, die in der Schule verwendet werden (siehe Kapitel 7.5).
- > Erfordert keine umfassende Schulung, aber eine Änderung der Gewohnheiten, insbesondere um Live-Illustrationen oder handschriftliche Texte auf einem kleinen Bildschirm zu erstellen.



In ihrem im November 2018 veröffentlichten Aktionsplan zur digitalen Bildung empfiehlt die Erziehungsdirektoren-Konferenz der Westschweiz und des Kantons Tessin (CIIP): «Anstelle von Lösungen wie interaktiven Whiteboards (IWB) werden in Zukunft Geräte bevorzugt, die weniger rasch veralten, wobei auf ausgelagerte interaktive Systeme (Signalübertragung von einem Tablet oder Laptop auf einen Bildschirm) gesetzt wird. Die Verkabelung wird auf das erforderliche Minimum beschränkt.»

Empfehlungen

- > Durch die Verwendung eines einfachen Projektionssystems die ausgelagerte Interaktivität bevorzugen. Ein Projektionssystem mit Touch-Funktionen kann ebenfalls geeignet sein und beide Funktionsweisen ermöglichen.
- > Ein Projektionssystem oder ein Gerät zum drahtlosen Empfang von Videostreams wählen, das mit den wichtigsten Systemen auf dem Markt kompatibel ist (siehe Kapitel 7.5).

7.2 Grossformatiger Flachbildschirm oder Beamer? Tipps für die Auswahl

Die empfohlene ausgelagerte (Fern-)Interaktivität kann mit einem einfachen Projektionssystem umgesetzt werden. Deshalb werden im folgenden Vergleich die Elemente, die sich auf die Touch-Funktionen beziehen, nicht berücksichtigt. Der Vergleich wurde anhand der folgenden Geräte durchgeführt:

- > Ultra-Kurzstanz-Beamer aus dem in Schulen verbreiteten Sortiment (Typ Epson EB-760W)
- > Verschiedene Modelle von grossformatigen 86-Zoll-LCD-Flachbildschirmen (Typ Legamaster, Viewboard oder Smart Board)

Kriterium	Videoprojektor (Beamer)	Grossformatiger LCD-Flachbildschirm
Betrachtungswinkel	Keine Einschränkung	Kontrast nimmt mit zunehmendem Betrachtungswinkel deutlich ab

Reflexionen	Keine Reflexionen bei einer geeigneten Projektionsfläche (eine beschreibbare Whiteboard-Oberfläche ist nicht geeignet)	Vorsicht vor Reflexionen auf den vordersten Plätzen gegenüber der Fenster
Empfindlichkeit gegenüber der Umgebungshelligkeit	Empfindlich gegenüber Umgebungshelligkeit (Verdunkelung des Raumes manchmal erforderlich)	Weniger empfindlich gegenüber Umgebungshelligkeit
Auflösung und Bildqualität	HD-Ready (WXGA)- bis Full-HD-Auflösung 4'100 Lumen	4K-Auflösung Bessere Kontraste und Helligkeit
Geräuschpegel	Hörbarer Ventilator, kann bei maximal eingestellter Helligkeit oder bei hohen Temperaturen störend sein	Kein hörbares Geräusch
Maximale Bildgrösse	150 Zoll: 330 x 186 cm (Helligkeit nimmt mit zunehmender Grösse ab)	75 Zoll: 166 x 93 cm 86 Zoll: 190 x 107 cm
Ton	Einzelner 16-W-Lautsprecher	2 bis 3 Lautsprecher mit 15 W
Interaktivität	Bei speziellen Modellen möglich (teurer)	Bei Touch-Modellen möglich (teurer)
Zentrale Steuerung	In der Regel nicht integriert	Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten, Update, Anzeige von Meldungen (von Hersteller abhängig)
CO ₂ -Fussabdruck	145 kg CO ₂ -eq./Einheit	500 kg CO ₂ -eq./Einheit, dreimal so hoch wie bei Projektoren ⁴
Lebensdauer der Lichtquelle	20'000 bis 30'000 Stunden	50'000 Stunden
Stromverbrauch	200 W für ein Lasermodell mit 4'100 Lumen 0,5 W im Standby-Modus	150 bis 200 W 0,5 W im Standby-Modus
Preisspanne (ohne Verkabelung und Installation)	1'700 bis 3'000 CHF	4'000 bis 6'000 CHF
Gewicht (nur Gerät)	6 bis 10 kg	60 bis 100 kg (Stärke der Wand prüfen, ggf. sind Verstärkungen oder gar freistehende Stützböcke erforderlich)
Unterhalt	Auswechseln der Lampe Jährliche Filterreinigung	Kein besonderer Unterhalt

⁴ Gemäss Daten zum ökologischen Fussabdruck der *Agence française pour la transition écologique* <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

Allgemeine Empfehlungen – Kriterien bezüglich Sichtbarkeit		
Kriterium	Videoprojektor (Beamer)	86 Zoll LCD-Flachbildschirm
Eher grosses Klassenzimmer	★★★	★
Grosser Saal, Auditorium	★★★	★
Eher helles Klassenzimmer	★	★★
Interaktive Funktionen (Funktionalität und Zuverlässigkeit)	★	★★★

7.3 Videoprojektor (Beamer)

Der Beamer ist nach wie vor eine attraktive Lösung für die Projektion, insbesondere da Modelle der neuen Generation mit **Laserlichtlampen** ausgerüstet sind. Sie ersetzen die herkömmlichen Halogenlampen und zeichnen sich durch eine **grössere Helligkeit**, einen **geringeren Energieverbrauch** und eine **längere Lebensdauer** aus, wodurch die Kosten für Wartung und Ersatz sinken.

Einer der Hauptvorteile eines Beamers ist seine **Flexibilität in Bezug auf die Bildgrösse**: Dadurch können grosse Flächen kostengünstiger abgedeckt werden als mit einem grossen Flachbildschirm. Dies macht ihn besonders geeignet für breite Räume, in denen eine Flachbildschirm zu teuer oder in der Grösse begrenzt wäre. Ausserdem gibt es keine Einschränkungen hinsichtlich des Betrachtungswinkels: So wird unabhängig von der Position der zuschauenden Personen ein optimaler Kontrast gewährleistet.

Ein Beamer kann auch mit einer klassischen Tafel mit weissen oder schwarzen Flügeln kombiniert werden und ermöglicht damit einen hybriden Ansatz zwischen digitaler Projektion und herkömmlicher manueller Nutzung.

Beamer haben aber auch Nachteile. Die Wiedergabe ist empfindlich gegenüber der Umgebungshelligkeit, wodurch die Bildqualität in sehr hellen Umgebungen beeinträchtigt werden kann, selbst wenn eine Laserlampe verwendet wird. Je nach der geforderten Lichtleistung können diese Geräte zudem laut sein. Ausserdem müssen die Filter regelmässig gewartet werden.

Bezüglich der Nachhaltigkeit haben Beamer eine bessere CO₂-Bilanz als grossformatige Flachbildschirme.⁵

7.3.1 Interaktive und nicht interaktive Modelle

Beamer gibt es in zwei Hauptkategorien:

- > **Nicht interaktive Modelle**: Diese Geräte funktionieren wie einfache Anzeigesysteme. Sie eignen sich ideal für die Wiedergabe von Informationen, Präsentationen oder Multimedia-Inhalten. Bei solchen Modellen kann nur die ausgelagerte Interaktivität angewendet werden (siehe 7.1.2).
- > **Interaktive Modelle**: Diese Geräte sind mit Touch-Technologien ausgestattet, wodurch die Nutzenden direkt

⁵ Gemäss Daten zum ökologischen Fussabdruck der *Agence française pour la transition écologique* <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>

mit den angezeigten Inhalten interagieren können. Die Touch-Funktion verwendet ein Infrarot-Kamerasystem. Sie muss deshalb präzise eingestellt werden, damit sie zuverlässig arbeiten kann, und reagiert bei starkem Tageslicht besonders empfindlich.

Die Wahl zwischen diesen beiden Modellen hängt von den spezifischen Bedürfnissen der Nutzenden und vom Kontext der Nutzung ab. **Wenn allerdings eine direkte interaktive Lösung (siehe 7.1.1) gewünscht wird, bietet ein grossformatiger Touch-Flachbildschirm mehr Zuverlässigkeit.**

Empfehlungen

Nicht interaktiver Laser-Beamer

- > Ultrakurze Brennweite, Auflösung HD-Ready (WXGA oder 720p) oder Full HD (1080p)
- > Lampe mit Lasertechnologie – auf die Lebensdauer der Lampe und die Kosten für den Austausch (TCO) achten
- > 3LCD-Technologie
- > Helligkeit ≥ 4000 ANSI-Lumen, Kontrast 5'000'000:1
- > Niedriger Geräuschpegel und ECO-Modus
- > Anschlüsse: mindestens 2 HDMI-Eingänge, Tonausgang

Weitere Empfehlungen

- > Auf eine geeignete Projektionsfläche (matte Oberfläche) projizieren, da herkömmliche White Boards starke Reflexionen verursachen
- > Eine drahtlose Videoübertragung einplanen (vgl. Kapitel 7.5)
- > Eine Tonübertragung über dedizierte Lautsprecher oder eine Soundbar vorsehen (vgl. Kapitel 7.6)
- > Eine regelmässige Überprüfung und Reinigung der Filter (vor allem im Frühling) einplanen, um eine Überhitzung zu vermeiden, die sowohl die Lebensdauer der Lampe als auch die optische Klarheit beeinträchtigen kann

7.4 Grossformatiger Flachbildschirm

Grossformatige Flachbildschirme sind eine **einfache und zuverlässige Lösung** für Klassenzimmer oder Besprechungsräume. Sie bieten eine **hervorragende Bildqualität** mit lebendigen Farben, hohem Kontrast und konstanter Helligkeit. Sie erzeugen **keinen Lärm** und benötigen nur **sehr wenig Wartung**, die sich auf eine gelegentliche Reinigung beschränkt.

Sie können mit einer klassischen Tafel mit schwarzen oder weissen Flügeln kombiniert werden und ermöglichen damit einen hybriden Ansatz mit digitaler und manueller Nutzung.

Einige grossformatige Bildschirmmodelle lassen sich zentral verwalten, was in Schulen praktisch ist. Sie können aus der Ferne ein- und ausgeschaltet werden, wodurch der Energieverbrauch reduziert wird. Software-Updates erfolgen ebenfalls ferngesteuert und halten die Bildschirme ohne manuelles Eingreifen auf dem neuesten Stand. Nicht zuletzt können auf diesen Bildschirmen gleichzeitig Nachrichten und dringende Meldungen angezeigt werden, was eine schnelle und effektive Kommunikation ermöglicht.

Grossformatige Flachbildschirme haben den Nachteil, dass sie **teurer** als Beamer sind und ihre Herstellung **deutlich weniger umweltfreundlich** ist. Ihr beträchtliches Gewicht erfordert zudem eine **solide Befestigung an der Wand** oder gar eine Verstärkung der Wand, damit die Sicherheit gewährleistet ist.

7.4.1 Einschränkungen in breiten Räumen

Grossformatige Flachbildschirme können in besonders breiten Räumen mit gewissen Einschränkungen verbunden sein:

- > Auf der Bildschirmoberfläche können Reflexionen stärker ausgeprägt sein, insbesondere wenn der Raum sehr hell ist.
- > Der Betrachtungswinkel kann die Bildqualität für Personen an den Seiten des Raumes beeinträchtigen. Dies kann zu einem Kontrastverlust und einer schlechteren Lesbarkeit führen.

Aus diesen Gründen kann es in besonders breiten Räumen besser sein, sich für andere Lösungen zu entscheiden, z. B. für Kurzdistanz-Beamer.

7.4.2 Interaktive und nicht interaktive Modelle

Grossformatige Flachbildschirme gibt es in zwei Hauptkategorien:

- > Nicht interaktive Modelle: Diese Bildschirme funktionieren wie einfache Anzeigesysteme. Sie eignen sich ideal für die Weitergabe von Informationen, Präsentationen oder Multimedia-Inhalten.
- > Interaktive (Touch-)Modelle: Diese Bildschirme sind mit Touch-Technologien ausgestattet, wodurch die Nutzenden direkt mit den angezeigten Inhalten interagieren können. Sie sind besonders sinnvoll in Bildungsumgebungen oder bei interaktiven Präsentationen in Unternehmen.

Die Wahl zwischen diesen beiden Modellen hängt von den spezifischen Bedürfnissen der Nutzenden und vom Kontext der Nutzung ab.

Bei interaktiven Modellen ist es wichtig, die Unterschiede zwischen Marken und Generationen zu überprüfen, da sich die Funktionen schnell weiterentwickeln und sich von Marke zu Marke deutlich unterscheiden. **Es wird empfohlen, Einzelanschaffungen zu vermeiden, um die technologische Kohärenz zu wahren.**

Empfehlungen

Allgemeine Empfehlungen

- > Grossformatiger Flachbildschirm
- > 86-Zoll-Bildschirm im 16:9-Format mit 4K UHD-Auflösung
- > LED-Hintergrundbeleuchtung
- > Leistungsstarke Antireflexbeschichtung (gespiegelte Objekte dürfen nicht identifizierbar sein)
- > Anschlüsse: mindestens 3 HDMI-Eingänge, Tonausgang
- > Zentrale Verwaltung (Ausschalten, Updates, Kommunikation ...)
- > Garantiedauer von mindestens 5 Jahren
- > Montage auf einem Wagen, an der Wand oder integriert in einer Tafel

Zusätzliche Empfehlungen für einen Touchscreen

- > Integrierte Software: neue Android-Version, Updates während mindestens 5 Jahren verfügbar
- > Eigenständige Tafelfunktion (Zeichenwerkzeuge verfügbar, kariertes Hintergrund)
- > 2 Stifte, die ohne Batterien funktionieren
- > Netzwerkverbindung (vorzugsweise kabelgebunden, ansonsten WiFi)
- > Treiber, der mit den Geräten der Lehrpersonen kompatibel ist
- > Interaktive Funktion mit dem Computer: Verzögerungszeit, Reaktionsfähigkeit und Kompatibilität mit den

verwendeten Anwendungen überprüfen

- > Beschaffungen nach Möglichkeit gruppieren, um eine funktionale Kohärenz zu wahren

Weitere Empfehlungen

- > Drahtlose Videoübertragung einplanen (vgl. Kapitel 7.5).
- > Tonübertragung über dedizierte Lautsprecher oder eine Soundbar einplanen (vgl. Kapitel 7.6).



- > Einen Test mit dem Modell, das beschafft werden soll, in einem repräsentativen Klassenzimmer verlangen. Beim Test die Reflexionen und den Kontrast aus den ungünstigsten Betrachtungswinkeln (z. B. vom vordersten Platz nahe der Wand) sowie die Qualität des Kontrasts und die gleichmässige Helligkeit (u. a. durch Beobachtung möglicher Wolkeneffekte) prüfen.

7.5 Drahtlose Bildübertragung

Im modernen Bildungskontext kommt der Fähigkeit, visuelle Inhalte drahtlos zu teilen, eine grundlegende Bedeutung zu. Drahtlose Videoübertragungssysteme bieten Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern mehr Flexibilität und machen damit eine reibungslosere Zusammenarbeit und dynamischere Präsentationen möglich. Sie erlauben eine Umsetzung der in Kapitel 7.1 beschriebenen ausgelagerten Interaktivität.

Gängige Protokolle:

- > AirPlay (Apple – iPad, iPhone, Mac)
- > Miracast (Windows, einige Android-Geräte)
- > Chromecast (Google – Android, Chrome OS, auf Chrome basierender Browser)

7.5.1 Integration in die Ausrüstung

Einige Projektoren und Flachbildschirme verfügen nativ über eines oder mehrere dieser Protokolle oder ein eigenes Protokoll, manchmal mit interaktiven Funktionen.

Vor dem Kauf muss unbedingt die Kompatibilität mit den eigenen Geräten überprüft werden.

7.5.2 Alternative Lösungen

Es gibt unabhängige Lösungen, die aber oft teurer sind. Sie erfordern in der Regel einen USB-Dongle, was nicht empfohlen wird.

7.5.3 Verwaltung der Auslastung des WiFi-Netzwerks

Mit Ausnahme des Miracast-Protokolls kann die drahtlose Videoübertragung das WiFi-Netzwerk stark belasten. Um eine Überlastung zu vermeiden, wird empfohlen:

- > die aktuelle Kapazität des WLAN-Netzwerks zu evaluieren
- > bei Bedarf ein Upgrade in Betracht zu ziehen (Bandbreite, Anzahl der Access Points)
- > ein QoS-Management (Quality of Service-Management) einzurichten, um die Videoübertragungen zu priorisieren

Empfehlungen

Drahtloses Übertragungssystem

- > Ein System wählen, das keinen USB-Sender-Stick benötigt, der an den Computer angeschlossen werden muss
- > Idealerweise ein System wählen, das die drei gängigen Protokolle (AirPlay, Miracast, Chromecast) unterstützt
- > Es ist möglich, sich auf ein einziges Protokoll zu beschränken, wenn alle Geräte in der Schule von der gleichen Marke stammen – z. B. Airplay (bei Apple-Geräten) oder Miracast (bei auf Windows basierenden Geräten).
- > Das System muss durch Passwörter oder einen temporären Code einen Schutz vor unbefugten Zugriffen bieten.

Weitere Empfehlungen

- > Receiver über HDMI direkt mit dem Projektor oder Bildschirm verbinden
- > Receiver per Kabel mit dem Netzwerk verbinden, um das WiFi zu entlasten (nur Miracast verwendet einen vom WiFi getrennten Kommunikationskanal)
- > Flüssige Bildwiedergabe überprüfen, insbesondere bei hochauflösenden Videos. Wenn nötig ein QoS-Management einrichten, um die Videoübertragung auf den Geräten im Netzwerk zu priorisieren.

Beispiel für ein Gerät, das alle 3 Protokolle unterstützt: EZCastPro Box II

7.6 Audio-Wiedergabe

Eine gute Audio-Wiedergabe ist unerlässlich für das Lernen, vor allem beim Sprachunterricht oder wenn Multimedia-Inhalte angeschaut werden.

Ein fest installiertes, qualitativ hochwertiges Audio-Wiedergabesystem ist eine nachhaltige Investition, die das Lernerlebnis deutlich verbessert, insbesondere bei Aktivitäten, die ein gutes Hörverständnis erfordern.

7.6.1 Argumente

- > Die in Projektoren und Flachbildschirmen eingebauten Lautsprecher verfügen oft über zu wenig Leistung und bieten keinen ausreichend klaren Ton.
- > Eine gute Tonqualität verbessert das Verständnis und die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler.
- > Ein gutes Audio-System macht den Unterricht dynamischer und attraktiver.

7.6.2 Zu beachtende Punkte

- > Kompatibilität: Überprüfen Sie die Verbindung mit Ihren vorhandenen Geräten (Beamer, Computer).
- > Angemessene Leistung: Wählen Sie ein Modell, das zur Grösse Ihrer Räume passt.
- > Professionelle Installation: Um eine sichere Befestigung und eine saubere Verkabelung zu gewährleisten.
- > Lautstärkeregelung: Entscheiden Sie sich für ein System, das von den Lehrpersonen leicht eingestellt werden kann.
- > Vermeiden Sie Tisch- oder mobile Lösungen, die sperrig und störanfällig sein können (Batterie, Verbindung).

7.6.3 Verbindungsoptionen

- > Standardanschluss: In der Regel werden diese Geräte direkt an das Projektionssystem angeschlossen (über HDMI oder ein Standard-Audiokabel), das eingeschaltet sein muss, damit die Audio-Wiedergabe funktioniert.
- > Bluetooth-Option: Einige Modelle bieten eine zusätzliche Bluetooth-Verbindung, mit der Sie Ton abspielen können, ohne das Projektionssystem einzuschalten. Diese Option ist praktisch für den schnellen Einsatz oder zum Energiesparen.

Empfehlungen

- > Soundbar oder fest installierte Aktivlautsprecher
- > Befestigung an der Wand oder Tafel: Dauerhafte Installation, um Manipulationen und Sturzgefahr zu vermeiden
- > Klarer, kräftiger Sound: Ideal für Sprachunterricht und die Übertragung von Audio-/Videoinhalten
- > Homogene Schallabdeckung: Alle Schülerinnen und Schüler können unabhängig von ihrem Platz im Klassenzimmer gut hören.

7.7 Visualizer (Dokumentenkamera)

Eine Dokumentenkamera ist ein pädagogisches Hilfsmittel, mit dem Objekte, Dokumente oder Schülerarbeiten in Echtzeit auf einen grossen Bildschirm oder eine interaktive Tafel projiziert werden können.

Verwendung im Unterricht:

- > Projektion von Lehrbuchseiten
- > Demonstration von Techniken (z. B. in der bildenden Kunst)
- > Kollektives Korrigieren von Hausaufgaben
- > Präsentation von 3D-Objekten (in Naturwissenschaften, Geschichte, Geografie)

7.7.1 Wichtigste Stärken

- > Verbesserte Visualisierung: Die ganze Klasse kann die Details eines Objektes oder Dokumentes deutlich sehen.
- > Vielseitigkeit: Es können Bücher, wissenschaftliche Experimente, Kunstwerke usw. projiziert werden.
- > Interaktivität: Erleichtert Live-Demonstrationen und Korrekturen.
- > Scannen: Ermöglicht das Erfassen von Bildern für eine spätere Verwendung.

7.7.2 Vorteil gegenüber einem Smartphone

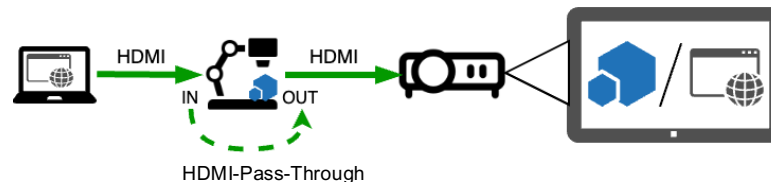
Im Gegensatz zur Kamera eines Smartphones bietet ein Visualizer:

- > eine bessere Stabilität für scharfe Bilder
- > einen hochwertigen optischen Zoom
- > eine passende Zusatzbeleuchtung
- > ein grösseres Sichtfeld für grosse Dokumente
- > eine praktischere und ergonomischere Nutzung im Unterricht

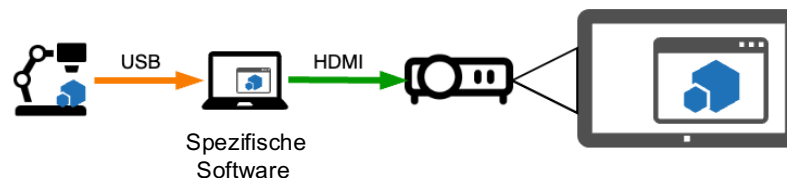
7.7.3 Funktionsweisen

Die gängigsten Modelle bieten zwei Verbindungsmöglichkeiten:

- > **Anschlussschema A: Unabhängige Nutzung des Computers**
- > Das Bild wird direkt vom Projektor weitergeleitet, ohne Umweg über den Computer.
- > Keine Möglichkeit, direkt auf dem Computer zu speichern (im Speicher der Kamera möglich)
- > Möglichkeit, dank der Pass-Through-Funktion (HDMI Input) den Computerbildschirm via Kamera zu projizieren



- > **Anschlussschema B: Verwendung als an den Computer angeschlossene Kamera**
- > Erfordert die Installation einer spezifischen Software auf dem Computer
- > Ermöglicht die Aufnahme von Bildern oder Videos auf dem Computer
- > Übertragung des Bildes zum Projektor vom Computer abhängig



Empfehlungen

- > Hohe Auflösung (Full HD)
- > Aufnahme von Bildern bis zum Format A3
- > Stabiler Autofokus
- > Optischer Zoom
- > Zusätzliche Beleuchtung
- > Schwerer und stabiler Sockel (mit aufgesetzter Kamera und allen angeschlossenen Kabeln überprüfen)
- > 4K-kompatibler HDMI-Pass-Through-Anschluss, um den Computer als Bildquelle anzuschließen (Anschlussschema A)

Beispiel eines Modells, das die oben genannten Empfehlungen erfüllt: ELMO Reihe L-12.

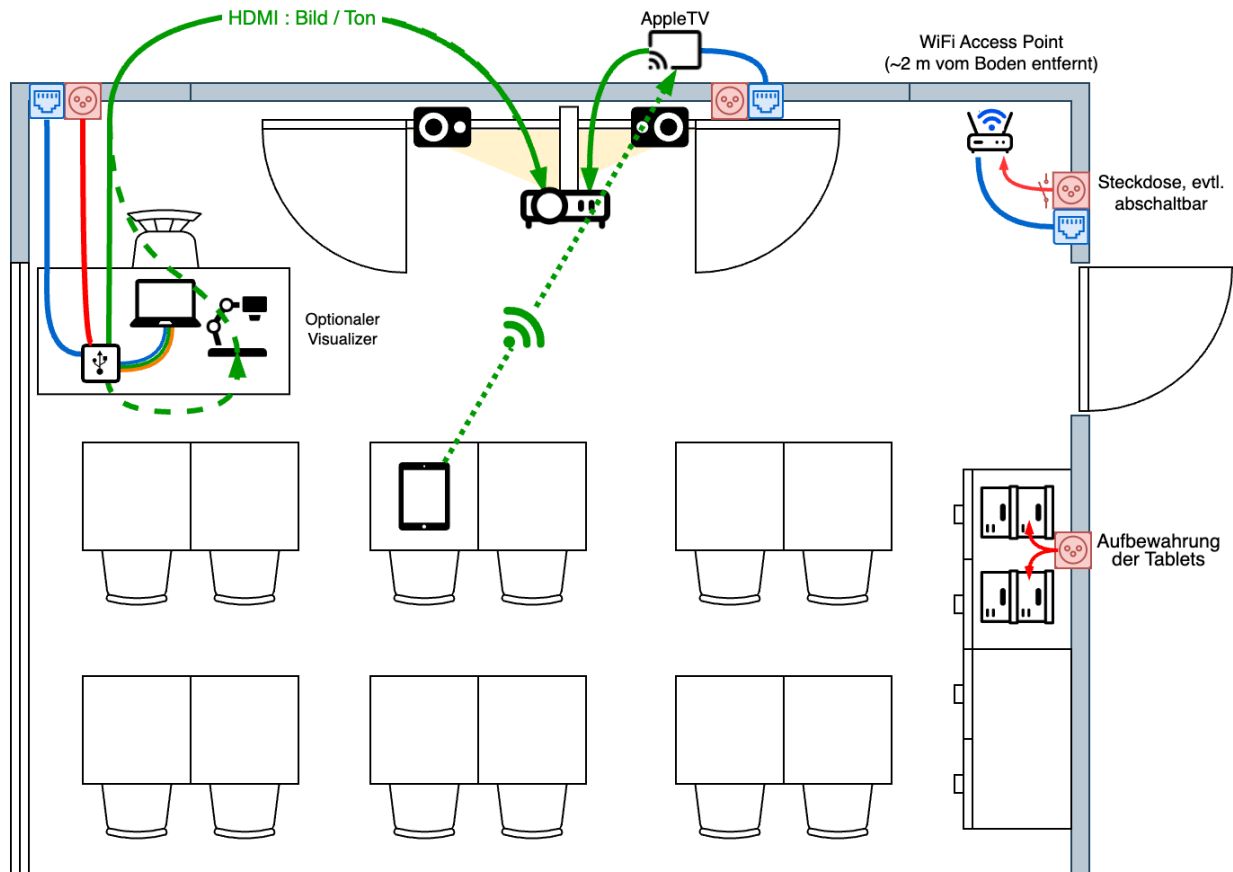
8 Nützliche Links

Auf der Webseite der [Fachstelle Fritic](#) finden Sie detailliertere Informationen und viele Links, die sich auf die ICT-Infrastruktur und -Anwendungen einer Schule beziehen.












9 Anhänge

9.1 Anhang 1

Standard-Installation mit Beamer und Tablets für Schülerinnen und Schüler

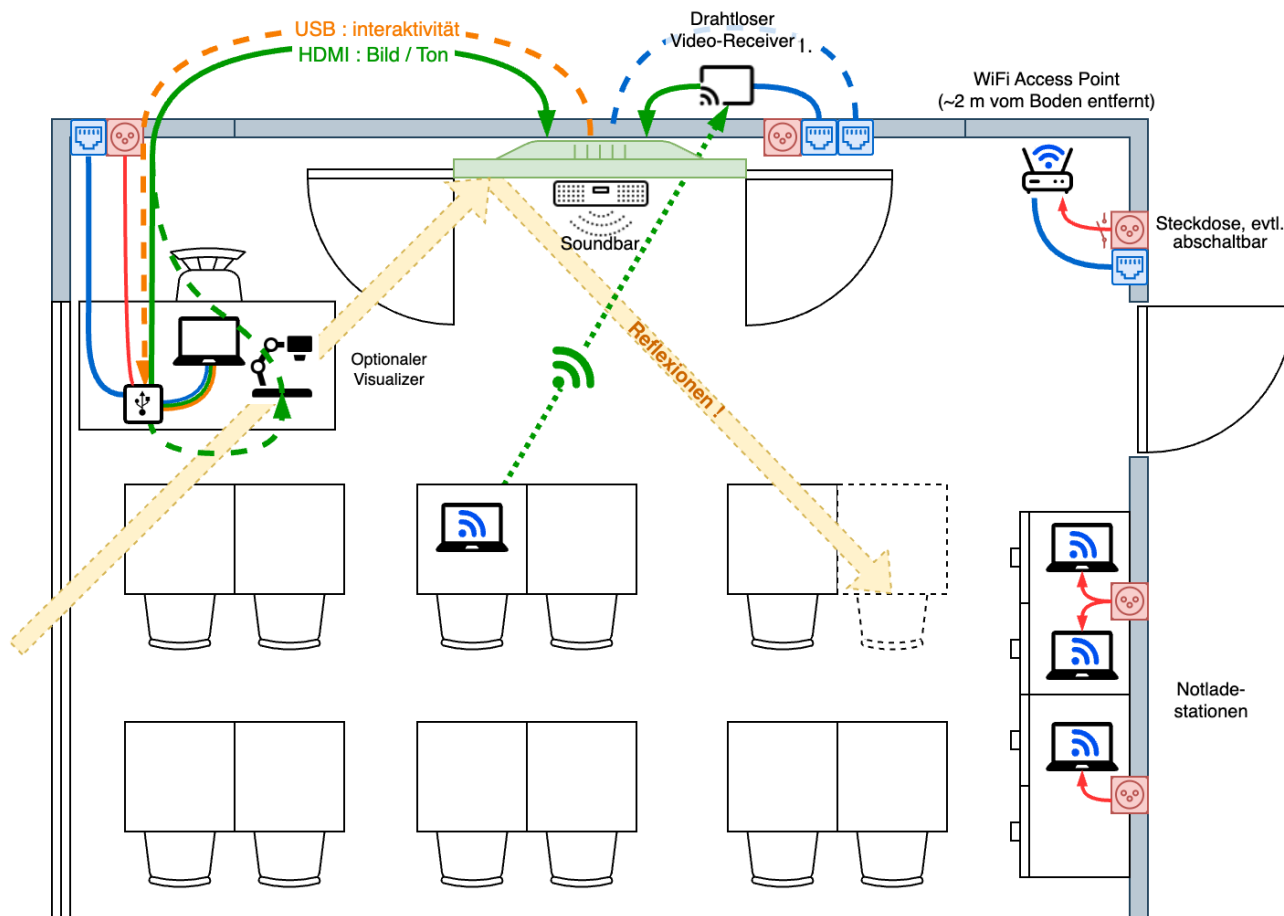


Legende












- | | |
|---|---|
|  Drahtlose Verbindung zum Netz (WiFi) |  Steckdose (einfach oder dreifach) |
|  Kabelverbindung zum Netz (Ethernet) |  Abschaltbare Steckdose |
|  Bild- und Tonübertragung (Kabel und kabellos) |  RJ45-Anschluss (Ethernet) |
|  Verkabelte Bild- und Tonübertragung (HDMI) |  USB-C-Adapter oder -Dockingstation |
|  USB-Verbindung |  Gestrichelte Linie : optionale Verbindung |
|  Stromverbindung | |

9.2 Anhang 2

Standard-Installation mit grossformatigem Flachbildschirm und Computer für Schülerinnen und Schüler



Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Drahtlose Verbindung zum Netz (WiFi) |  | Steckdose (einfach oder dreifach) |
|  | Kabelverbindung zum Netz (Ethernet) |  | Abschaltbare Steckdose |
|  | Bild- und Tonübertragung (Kabel und kabellos) |  | RJ45-Anschluss (Ethernet) |
|  | Verkabelte Bild- und Tonübertragung (HDMI) |  | USB-C-Adapter oder -Dockingstation |
|  | USB-Verbindung |  | Gestrichelte Linie : optionale Verbindung |
|  | Stromverbindung | | |