

Projekt: "AV-Ausstattung"

Ein technischer Überblick

Version Mai 2025

CoC ICT des VTGS in Zusammenarbeit mit dem Amt für Volksschule des Kantons Thurgau



Inhaltsverzeichnis

1	GRUNDLAGE	3
1.1	IST ZUSTAND	3
1.2	PÄDAGOGIK	3
1.3	ZUKUNFT	3
2	WAS ALLES DAZU GEHÖRT	5
2.1	REFERENZINSTALLATION	5
2.2	STEREOANLAGE	6
2.3	INTERAKTIVE WANDTAFEL	6
2.4	DOKUMENTENKAMERA ODER VISUALIZER	6
2.5	BEAMER*	6
2.6	DESKTOP, LAPTOP UND TABLET	6
3	DIE VERKABELUNG	7
3.1	STROM	7
3.2	NETZWERK UND INTERNET	7
3.2.1	KABELNETZE	7
3.2.2	WLAN	7
3.2.3	HDMI*	8
3.2.4	HD BASE T	8
3.3	SWITCHES, UMSCHALTBOXEN	8
3.4	AUDIO	8
4	TECHNISCHE «PHILOSOPHIEN»	9
4.1	MOBIL ODER STATISCH?	9
4.2	PASSIV ODER AKTIV?	9
4.3	INTERAKTION	9
5	ANFORDERUNGEN HARDWARE	10
6	FAZIT	11
6.1	VORGEHEN	11
6.2	UNTERSTÜTZUNG	11
7	LINKS UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	12

1 Grundlage

*Hinweis: es wurde versucht, technische Begriffe möglichst einfach im Text zu erklären. Zu sämtlichen Begriffen, welche aufgeführt und mit einem Stern * markiert sind, gibt es im Anhang Links zu detaillierteren Informationen. Diese sind technisch teilweise sehr detailliert und anspruchsvoll.*

Die Ausrüstung mit AV-Medien gehört zu den meisten Schulzimmern. Es ist eine kostspielige Investition, die gut überlegt und geplant werden muss. Die Ausrüstung eines Schulzimmers kostet schnell einmal zwischen Fr. 10'000.- und Fr. 12'000.-, je nach Ausstattung und verwendeter Geräte. Darin eingerechnet sind noch keine Kosten für die elektrische Verkabelung oder den Support des IT-Dienstleisters.

Das folgende Dokument zeigt auf, welche Möglichkeiten es gibt, woran gedacht werden muss und wie eine Beschaffung ablaufen kann.

1.1 IST Zustand

Die wenigsten Schulen starten heute auf der grünen Wiese. Vielleicht ist schon ein Beamer* oder ein Visualizer* vorhanden, möglicherweise auch ein Apple TV* oder ein WiDi-Adapter*. Bevor überlegt wird, wie man ausstatten möchte, sollte festgehalten werden, was bereits vorhanden ist, was sich bewährt hat, was man in Zukunft anders machen will.

Diese Auslegeordnung soll auch die Basisinfrastruktur beinhalten (Stromversorgung, Netzwerk...)

1.2 Pädagogik

Eine zentrale Frage ist, wie die Infrastruktur eingebettet wird. Was soll damit gemacht werden, welche pädagogischen Anforderungen haben Einfluss auf die Infrastruktur?

Hier stützt man sich idealerweise auf ein vorhandenes, pädagogisches Konzept.

Ganz wichtig dabei; auf dieser Basis sollten auch die Anforderungen definiert werden – mit einem starken Praxisbezug, mehr «Was brauchen wir?» und weniger «Was wäre nice to have»?

1.3 Zukunft

AV-Infrastruktur hat einen längeren Lebenszyklus als andere Gerätschaften wie etwa Computer, Tablets und ähnliches.

Technisch gesehen sind fünf bis sechs Jahre realistisch, im Alltag liegen diese Werte höher – auch ältere Geräte versehen ihren Dienst, wenn auch mit gewissen Einschränkungen. Zudem verkaufen Anbieter Garantieleistungen mit bis zu acht Jahren.

Nicht gewährleistet ist, ob in dieser Zeit Ersatzgeräte mit den installierten identisch sind. Der Zyklus des Technologiewechsels ist massiv kürzer, oft unterscheiden sich die Komponenten schon nach ein bis zwei Jahren.

Zwei Dinge sollten da beachtet werden:

- Wie können wir die Geräte auswählen, damit Langlebigkeit gewährleistet wird?

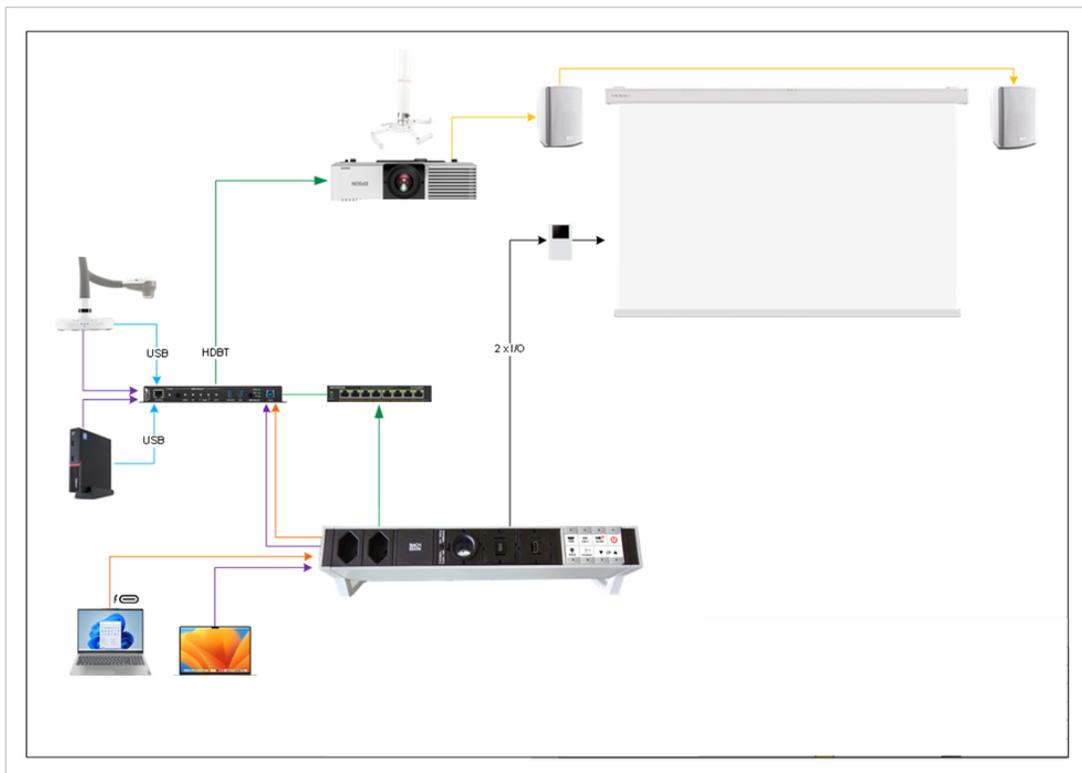
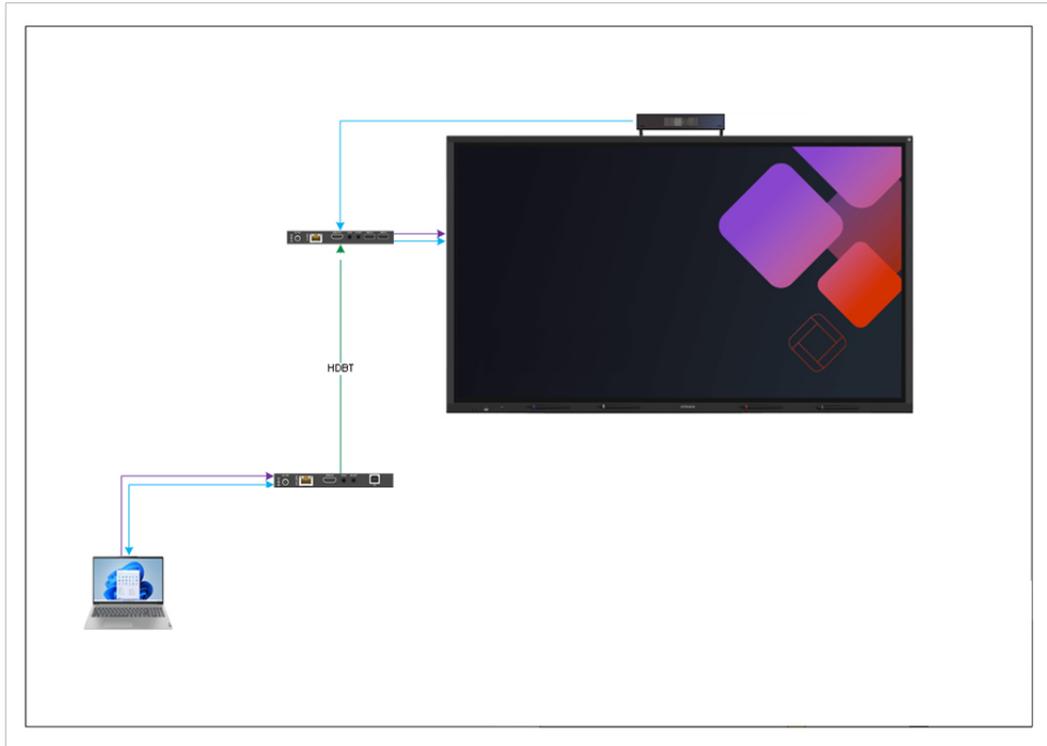
- Welche Ausrüstung soll der Standard sein, unabhängig davon, welche Lehrpersonen aktuell unterrichten?

2 Was alles dazu gehört

AV bedeutet im klassischen Sinn Audio/Video, noch einfacher gesagt Bild und Ton. In Schulzimmern kann diese Ausrüstung sehr vielfältig sein.

2.1 Referenzinstallation

Die beiden Bilder sind nur zwei von vielen Möglichkeiten, zeigen aber in etwa, was zu einer vollständigen AV-Ausstattung gehört (Sitzungszimmer, Schulzimmer).



2.2 Stereoanlage

In vielen Schulzimmern sind heute noch Stereoanlagen im Betrieb, oft sind die Lautsprecher neben der Wandtafel montiert, die Abspielgeräte stehen auf dem Lehrerpult.

Meist bestehen diese Anlagen aus einem Tuner (Radioempfang), einem CD-Player und einem Verstärker.

Obwohl Screensysteme* ebenfalls über Lautsprecher verfügen, sind solche Anlagen gefragt, weil sie CDs abspielen können. Diese Möglichkeit verschwindet bei Laptops, bei Tablets oder dem Screensystem* fehlen sie vollständig. Zudem ist die Klangqualität der Musikanlagen meist deutlich besser als jene von Displays*, auch wenn grosse Fortschritte erzielt werden.

2.3 Interaktive Wandtafel

Zum grössten Teil sind Displays* heute in Wandtafeln verbaut. Damit verbinden sich schwarze und weisse Tafelflächen mit dem digitalen und interaktiven Bildschirm. So wird quasi das «Alte» mit dem «Neuen» kombiniert.

2.4 Dokumentenkamera oder Visualizer

Diese Geräte ersetzen den alten Hellraum- oder Tageslichtprojektor. Anstelle einer Lampe, die Bilder über einen Spiegel an die Wand projiziert, treten Kameras, die ein Bild oder Gegenstände aufnehmen und am Display anzeigen.

Dabei ist einerseits die Bildqualität massiv besser, andererseits können dreidimensionale Objekte erfasst und angezeigt werden. Was wegfällt, sind die Folien und ihre Einschränkungen.

2.5 Beamer*

In vielen Schulzimmern sind heute noch Beamer* montiert, die ihre Inhalte auf die alten, fast quadratischen Leinwände der früheren Tageslichtprojektoren projizieren. Wegen des anderen Formates von Laptops oder Tablets (16:9/16:10) werden die Bilder oft klein, zudem sind die Leinwände nicht für solche Projektoren geeignet, ausser, sie sind speziell beschichtet. Manchmal projizieren die Beamer* auch auf Wände, selten sogar auf die Wand über der Wandtafel. Das alles ist nicht optimal.

Es gibt auch interaktive Wandtafeln, die mit sogenannten Kurzdistanzbeamern* funktionieren. Diese sind fix verbaut und projizieren alles, was auch ein Display projizieren kann. Selbst die Interaktivität gibt es, meist in Form von optischen Sensoren.

Falls bestehende Beamer weiter genutzt und/oder ersetzt werden sollen, macht es Sinn, die technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, also beispielsweise auf Lasertechnik setzen oder spezielle Leinwände im richtigen Format beschaffen.

2.6 Desktop, Laptop und Tablet

Die Computer stellen die Inhalte bereit, die das Display anzeigen soll, Zudem unterstützen oder ermöglichen sie die Interaktivität. In manchen Fällen dienen sie auch als «Switch», also als das Gerät, das alle Signale zum Display liefert, zum Beispiel des Visualizers.

3 Die Verkabelung

Wer glaubt, dass ein funktionierendes AV-System und die damit verbundenen Kosten nur aus den aufgeführten Geräten besteht, täuscht sich.

Eine zentrale Rolle kommt der Vernetzung zu, sei es über Kabel oder via Funk (WLAN*).

3.1 Strom

Das ist selbstverständlich in allen Schulzimmern vorhanden, oft aber nicht am richtigen Ort. Das bedeutet, dass der Strom dahin geführt werden muss, wo er benötigt wird. Und die Verkabelung soll möglichst unsichtbar sein.

Je nach Alter und Zustand eines Schulhauses kann das sehr aufwendig sein, da die Kabelkanäle und die Steckdosen auf die Wände («aufputz») montiert werden müssen. Bei Neubauten können die entsprechenden Kabelkanäle in die Wände integriert, also «unterputz» verlegt werden.

Falls schon Kabelkanäle vorhanden sind, heisst das nicht, dass die Probleme gelöst sind; der Kanal, der zum alten Beamer geführt hat, nützt für die Ansteuerung und Stromversorgung des Displays herzlich wenig.

Die schlechteste Lösung ist definitiv die sogenannte «fliegende» Verkabelung, also lose liegende Kabel.

Achtung: Strom und Netzkabel sollten nach Möglichkeiten nicht in denselben Kabelkanälen verlegt werden. Je nach Kabelkategorie (siehe Pt. 3.2) mit guter Abschirmung kann das trotzdem funktionieren.

3.2 Netzwerk und Internet

Die Verbindungen zum Internet sind zentral. Das können Kabelnetzwerke (Ethernet*) sein, auch Funknetze (WLAN*) sind möglich.

3.2.1 Kabelnetze

Kabelnetzwerke können mit verschiedenen Kabelkategorien* ausgeführt werden. Das bedeutet vereinfacht, wie viele Adern zur Verfügung stehen, also «Kabel im Kabel».

Der nach wie vor am weitesten verbreitete Minimalstandard ist Kategorie 5e.

Nur bedingt zu empfehlen sind Kabel der Kategorie 6. Diese sind zwar schneller, jedoch relativ schlecht abgeschirmt. Ideal sind Kabel der Kategorie 7. Diese sind deutlich schneller, übermitteln bis zu 10 Gbit/s über Distanzen von bis zu 100 Metern. Diese Geschwindigkeit liegt weit über den Internetbandbreiten, aber im Bereich der Leistungsfähigkeit von modernen WLAN-Netzen.

Es gibt auch LWL-Kabel (Lichtwellenleiter oder Glasfaser)*. Diese sind aber nochmals teurer und machen innerhalb von Gebäuden wenig Sinn. Sie werden genutzt, um Switches oder Server miteinander zu verbinden, teilweise auch verschiedene Gebäude auf einem Schulcampus.

3.2.2 WLAN

WLAN - Netzwerke müssen heute viele bis sehr viele Geräte verwalten können (Halbklassensätze, one2one-Ausstattungen). Die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit besteht vorwiegend am Morgen und am Abend (Aufstarten aller Geräte, Daten speichern vor Schulschluss).

Damit wird auch die Anbindung an AV-Geräte anspruchsvoller. Beim Kauf solcher Systeme sollte also die Leistungsfähigkeit der Funkverbindung beachtet werden.

Dabei spielt die «Netto»-Bandbreite (Übertragungsrate*) der Access Points eine zentrale Rolle. Sie liegt deutlich unter der Maximalbandbreite, welche die Anbieter gerne kommunizieren, ist aber das, was wirklich genutzt werden kann.

So kann ein moderner AP mit einer maximalen Übertragungsrate von 1'300 Mbit/s* (1,3 Gbit/s*) im Alltagsbetrieb häufig nur 650 Mbit/s übertragen.

Zudem sollten Access Points den MIMO-Standard* nutzen, der die parallele Bearbeitung von Datenanfragen ermöglicht und nicht (oder weniger) durch Geräte mit veralteten WLAN-Standards ausgebremst wird. Die aktuell höchste Leistungsfähigkeit bieten Geräte mit MIMO-Standard* nach WIFI 6*. Hier sind in den 5GHz und 6GHz Frequenzbändern bis zu 10 Gbit/s möglich, realistischerweise jedoch 1 bis 3 Gbit/s.

Der MIMO-Standard bedeutet, dass der AP Anfragen wirklich parallel bearbeiten kann «Multi In Multi Out». Andere Aps bearbeiten eine Anfrage nach der anderen, die Auswahl erfolgt zufällig.

3.2.3 HDMI*

Für die Verbindung von Computer zum Display oder Beamer sind meist noch HDMI-Kabel im Einsatz. Diese haben verschiedene Nachteile

- Sie sind teuer, wenn sie lange Distanzen überwinden sollen.
- Die Verbindungsdistanz ist meist auf 20 Meter beschränkt – das wird schneller erreicht, als man denkt.
- Ihre Nutzung ist «endlich», bei jedem Ein- und Ausstecken verlieren sie an Qualität und Kapazität.
- Sie sind Standards unterworfen. Wenn zum Beispiel ein älteres Kabel vom Computer nicht mehr unterstützt wird, muss ein neues eingezogen werden.

3.2.4 HD Base T

Als Alternative wird heute auf HDBaseT gesetzt, die Datenübertragung wird mit «Ethernet»-Kabeln erstellt, die speziell abgeschirmt sind und sehr stabile Stecker an den Enden aufweisen.

Der Hauptvorteil bei dieser Verkabelung ist, dass die Kabel Signale ohne Komprimierung übertragen, Distanzen bis zu 100 Meter überwinden und die Kabelkosten bei einem Bruchteil von HDMI liegen.

3.3 Switches, Umschaltboxen

Werden verschiedenste Geräte miteinander verknüpft, ist es wichtig, dass leicht zwischen diesen hin- und her gewechselt werden kann.

Dafür braucht es einerseits Switches* (Mehrfachsteckdosen für Netzwerk RJ 45), andererseits Umschaltboxen. Beides ist auf den «Referenzinstallationen» unter Pt. 2.1. aufgeführt.

3.4 Audio

Die Verwendung von Ton (Audio) wird bei AV-Ausstattungen oft kritisiert, so etwa bei der Übertragung auf Apple TVs*. Grund zur Unzufriedenheit bietet einerseits die

Qualität, andererseits die Zuverlässigkeit der Signalübertragung. Mittlerweile hat sich das aus zwei Gründen stark verbessert:

- Die Displaysysteme, ergänzt um eine sogenannte Soundbar, haben massiv an Qualität und Leistung zugelegt.
- Geräte wie der WiDi-Adapter* oder Apple TV* sind qualitativ besser und zuverlässiger geworden.

Falls in den Schulzimmern bereits Audioanlagen installiert sind, ist eine Nutzung sinnvoll. Erstens sind diese Geräte oft leistungsfähiger und verfügen über eine bessere Soundqualität.

Zweitens bieten sie ein CD-Abspielgerät. Diese sind aktuell immer noch interessant, da gewisse Lehrmittel nach wie vor Audiomaterial auf CD liefern.

Manche Schulen setzen auch auf sogenannte «Boom-Boxen», also mobile Lautsprecher, welche meist über Bluetooth* angesteuert werden. Da sie akkubetrieben sind, können sie leicht mitgenommen und von Laptops oder Tablets angesteuert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Ansteuerung vom Laptop aus gar nicht, kaum oder weit weniger zuverlässig funktioniert als von Tablet oder Handy.

Ebenfalls zu beachten ist – Geräte mit Akkus müssen regelmässig geladen werden:

4 Technische «Philosophien»

4.1 Mobil oder statisch?

Die meisten Schulzimmer sind relativ statisch eingerichtet, das Lehrerpult und die Wandtafel befinden sich vorne im Zimmer, meist auch Strom- und Netzwerkanlüsse.

Zunehmend mehr wird von Lernlandschaften gesprochen, also Räumen, die flexibel genutzt und eingerichtet werden. Hier sollten mobile Lösungen geprüft werden, beispielsweise Screens auf Rädern, mobile Beamer oder solche Lösungen wie das Artome-Gerät*.

4.2 Passiv oder aktiv?

Mit «passiv» ist die Projektionsfläche gemeint. Das trifft etwa bei normalen Beamern zu oder dem oben erwähnten Artome-System. Es können aber auch bei Screen-Installationen passive, also nicht touchfähige Geräte (Fernseher) genutzt werden.

«aktiv» meint in diesem Zusammenhang, dass das Gerät direkt mit dem Nutzer interagieren kann, also durch eine Touch-Oberfläche mit Gesten oder Stiften oder durch optische Sensoren bedient werden kann. Bei Screensystemen ist das der Standard, besonders auch, weil passive Screens nicht mehr viel günstiger sind.

Übrigens; eine Wandtafel oder ein Whiteboard wäre somit eine «aktive» Arbeitsfläche

4.3 Interaktion

Es gibt zwei Möglichkeiten, mit Präsentationssystemen zu interagieren. Das eine ist die Bedienung direkt am Touch-Gerät. Apps werden geöffnet, Dokumente bearbeitet, Übungen ausgeführt und dargestellt.

Die andere Möglichkeit ist die Steuerung des Systems durch ein interaktives Gerät, also einen Desktoprechner, ein Laptop oder ein Tablet. Das System bildet dann nur

ab, was auf dem Eingabegerät geschieht. Der grosse Vorteil davon ist, dass alle «PräsentatorInnen» Zugriff auf das System und zusätzlich auf all ihre Unterlagen haben, ohne diese auf das Präsentationssystem übertragen zu müssen.

Mittlerweile geschieht diese Kommunikation via WLAN ohne mühsame Anmeldeprozedere. Zudem können die Systeme sehr viele Geräte plattformübergreifend integrieren, zusätzliche Hardware wie Apple TV oder WiDi Adapter sind nicht mehr zwingend notwendig. In der Praxis zeigt sich jedoch immer wieder, dass die erwähnten Hardwarelösungen stabiler laufen, sie sind auch von WLAN-Ausfällen nicht betroffen

5 Anforderungen Hardware

Die Ausstattung mit Displaysystemen ist anspruchsvoll. Schon bei relativ wenigen Systemen überschreiten die zu erwartenden Kosten schnell den Schwellenwert für Freihändige Vergaben. Sobald Einladungsverfahren oder gar offene Ausschreibungen notwendig sind, erhält die Definition der Hardwareeigenschaften grosse Bedeutung für einen transparenten Vergleich der Geräte.

Als Zusatz zu diesem Dokument gibt es ein Beispiel für einen Anforderungskatalog Hardware, der auf die eigenen Bedürfnisse angepasst werden kann.

6 Fazit

Eine Neueinrichtung mit AV-Medien oder ein Ersatz derselben ist kostenintensiv. Daher lohnt es sich, das sauber zu planen und klar zu definieren, welche Ansprüche erfüllt werden sollen.

6.1 Vorgehen

Es gibt viele Möglichkeiten, Schulzimmer, Spezialräume oder Sitzungszimmer auszustatten. Wichtig ist, dass in einem ersten Schritt festgehalten wird, was bereits vorhanden ist. In einem zweiten Schritt muss definiert sein, welche Ausrüstung benötigt wird und in einem dritten Schritt geht es darum, zu beurteilen, ob eine Ergänzungslösung sinnvoll ist oder besser die gesamte Infrastruktur erneuert wird.

6.2 Unterstützung

Unterstützung bei diesen Fragen kann ein Hersteller/Anbieter leisten, solange die mutmassliche Beschaffung freihändig (Kosten unter Fr. 150'000.-) vergeben werden kann. Falls der mutmassliche Beschaffungsbetrag ein Einladungsverfahren (Fr. 150'000.- bis 250'000.-) oder eine offene Ausschreibung (über Fr. 250'000.-) notwendig macht, sollte eine spezialisierte, neutrale Beratung in Anspruch genommen werden.

Das CoC ICT des VTGS kann mit einer Impulsberatung die ersten Fragen klären und mögliche Vorgehensweisen aufzeigen.

7 Links und weiterführende Informationen

Diese Links und Informationen sind unvollständig. Ihre Reihenfolge ist alphabetisch und entspricht keiner Gewichtung.

Apple TV

https://de.wikipedia.org/wiki/Apple_TV

Artome Multimediagerät

<https://artome.fi/de/artome-s1/>

Beamer

<https://de.wikipedia.org/wiki/Videoprojektor>

Bluetooth

<https://de.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

Datenübertragungsrate (Mbit/s, Gbit/s)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Daten%C3%BCbertragungsrate>

Ethernet

<https://de.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

HDBaseT

<https://de.wikipedia.org/wiki/HDBaseT>

HDMI

https://de.wikipedia.org/wiki/High_Definition_Multimedia_Interface

Kabelkategorien

<https://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel>

MIMO

[https://de.wikipedia.org/wiki/MIMO_\(Nachrichtentechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/MIMO_(Nachrichtentechnik))

Switch

[https://de.wikipedia.org/wiki/Switch_\(Netzwerktechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Switch_(Netzwerktechnik))

Visualizer, Dokumentenkamera

<https://de.wikipedia.org/wiki/Visualizer>

WiDi Adapter

<https://apps.microsoft.com/detail/9wzdncrfjbb1?cid=appledotcom&hl=de-de&gl=CH>

WiFi 6

https://de.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax

WLAN Standards

<https://www.cnlab.ch/performance/performance-wiki/heimnetzwerk-wlan>