

SCHULNETZ

Handreichung

Drahtlose Bildschirmübertragung im digitalen Klassenzimmer



IMPRESSUM

Herausgeber: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
Kardinal-von-Waldburg-Str. 6 - 7
89407 Dillingen

Autoren: Peter Botzenhart, Akademie Dillingen
Susanne Schaffer, Realschule Kulmbach
Iris Sedlmeier, Grundschule München
Wolf Gebele, Realschule Gmünden am Main
Jürgen Knahn, Mittelschule Sulzbach-Rosenberg

URL: <https://alp.dillingen.de/schulnetz>

Mail: p.botzenhart@alp.dillingen.de

Stand: Juli 2023

VORWORT

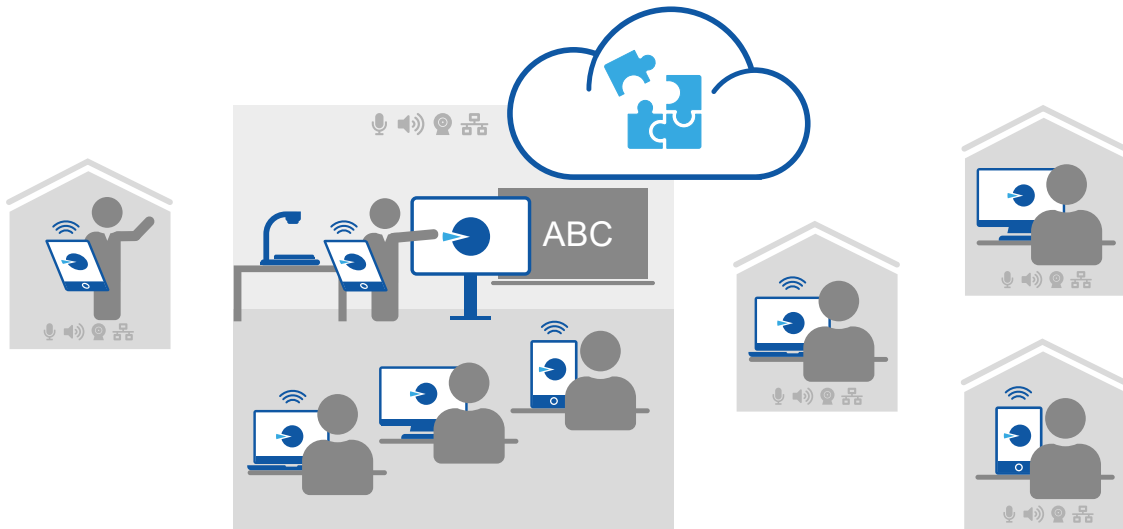


Abbildung 1: Das digitale Klassenzimmer¹

Im digitalen Klassenzimmer wird kollaborativ zwischen Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern gearbeitet und Inhalte an der digitalen Großbilddarstellung gezeigt. Dazu sind entsprechende Möglichkeiten zur drahtlosen Darstellung der Inhalte für alle Beteiligten vorzusehen. Je nach verwendetem Endgerät und eingesetztem Betriebssystem können unterschiedliche Möglichkeiten zum Einsatz kommen. Daneben sollten aber auch pädagogische Erwägungen (z. B. Darstellung von mehreren Inhalten) und die vorhandenen finanziellen Ressourcen berücksichtigt werden. In dieser Handreichung sollen verschiedene Möglichkeiten, die diese Aspekte berücksichtigen vorgestellt und bewertet werden.

¹ Siehe Votum 2023, Kapitel 4, abrufbar unter <https://mebis.bycs.de/beitrag/votum>

VORÜBERLEGUNGEN

Bevor die Schule mit einem System zur digitalen Bildschirmübertragung ausgestattet wird, sind einige Vorüberlegungen und Prüfungen der schulischen Infrastruktur nötig:

- Welche(s) Betriebssystem(e) wird/werden aktuell oder in Zukunft an der Schule eingesetzt?
 - ausschließlich ein Betriebssystem (z. B. Windows)
 - mehrere Betriebssysteme (z. B. Windows und Android)
- Wie ist die bisherige technische Ausstattung der Klassenzimmer?
 - Art der Großbilddarstellung
 - vorhandene (HDMI-)Verkabelung
 - WLAN
 - Anzahl und Lage der Steckdosen)
- Welche Ausstattung hat die Großbilddarstellung?
 - Art und Anzahl der Anschlüsse (z. B. HDMI)
 - Auflösung (z. B. Full HD, 4K)
 - integrierte drahtlose Übertragungswege
- Wie viele Inhalte sollen gleichzeitig darstellbar sein?
- Wie ist der Zugang (z. B. für Schüler) zum WLAN geregelt?
- Wie ist die schulische Netzwerkstruktur aufgebaut?
- Welches finanzielle Budget steht zur Verfügung?

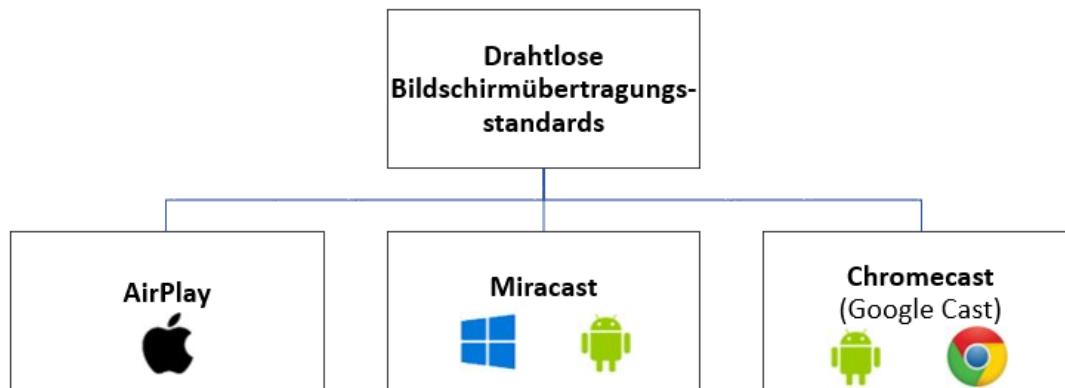
Voraussetzungen

Bei der drahtlosen Bildschirmübertragung wird das Video- und Tonsignal über die WLAN-Schnittstelle des mobilen Endgeräts übertragen. Dementsprechend benötigt das Gerät eine entsprechende Schnittstelle. Außerdem sollte das Gerät über eine aktivierte Bluetooth-Schnittstelle verfügen, da diese teilweise für die Verbindungsfindung und -herstellung verwendet wird.

In der schulischen Netzwerkstruktur finden sich oftmals getrennte Schüler- und Lehrernetze. Je nach verwendetem Standard kann es zu Problemen bei der drahtlosen Bildschirmübertragung kommen. So muss z. B. sichergestellt sein, dass aus jedem Netzwerk der Empfänger ansprechbar ist, was zusätzlichen administrativen Aufwand bedeutet. Am unkompliziertesten und zuverlässigsten funktioniert die drahtlose Bildschirmübertragung, wenn sich der Empfänger sowie die Sender (Lehrkräfte und Schüler) im gleichen Netzwerk befinden.

ÜBERTRAGUNGSSTANDARDS

Mit Screen-Mirroring bzw. -Casting ist es möglich, Bildschirminhalte (Mirroring) oder nur einzelne Medieninhalte (Casting / Streaming) von mobilen Endgeräten drahtlos auf eine Großbilddarstellung zu übertragen.



	Miracast	Google Cast („Chromecast“)	AirPlay
Bevorzugte Lösung für	Windows-Geräte und für die meisten Android-Geräte	Chromebooks und viele Android-Geräte	Apple-Geräte
Verbindungsaufbau	Nativ ohne zusätzliche Apps möglich	Mit Chrome-Browser auch für Windows-, Linux- und MacOS-Geräte nutzbar	Mit Apple-Geräten mit Bordmitteln nutzbar
Netzwerkanbindung	keine Netzwerkinfrastruktur (z. B. WLAN) notwendig, bietet die Möglichkeit von Touch-Back-Funktionalität bei Windows-Geräten	Netzwerkinfrastruktur erforderlich (z. B. WLAN), Adapter und mobile Geräte müssen im selben Netzwerk sein	Netzwerkinfrastruktur ggf. erforderlich (z.B. WLAN), AirPlay-Adapter und iPads bzw. Mac-Books befinden sich üblicherweise im selben Netzwerk.
Sicherheit	PIN	kein	PIN
Streaming bzw. Mirroring	Spiegelung des gesamten Bildschirminhalts	Primär werden einzelne Apps oder Tabs des Chromebrowser dargestellt	Streaming von einzelnen Inhalten

Die Verbindung zwischen Sender und Empfänger ist stets verschlüsselt, z. B. mit WPA 2.

MÖGLICHKEITEN ZUR DRAHTLOSEN BILDSCHIRMÜBERTRAGUNG

Zur drahtlosen Bildschirmübertragung sind grundsätzlich folgende Lösungen möglich:

- Multifunktionsgeräte oder -adapter mit mehreren Übertragungstechnologien (All in One – Lösungen)
- Hardware in Form eines HDMI-Dongles
- Werksseitig eingebaute Lösungen in die Großbilddarstellung oder Dokumentenkamera
- Software-Lösungen auf Arbeitsplatzrechnern

Neben den anfänglichen Vorüberlegungen sind bei der konkreten Auswahl einer Lösung auch der notwendige administrative Aufwand bei der Einrichtung und dem Einspielen von Updates zu berücksichtigen. Zentrale Managementlösungen für die Lösung können hier entlasten und den Aufwand minimieren.

Einige Hersteller bieten auch proprietäre Apps zur Verbindungsherstellung und Übertragung an, die unabhängig von den genannten drei Technologien (Miracast, Google Cast und AirPlay) arbeiten und als Alternative bei Verbindungsaussetzern oder -problemen eingesetzt werden können.

1. All-in-One – Lösungen

All-in-one-Lösungen können alle drei Technologien drahtlos darstellen. Es handelt sich um eigene Endgeräte, die an die Großbilddarstellung über ein Videokabel (z. B. HDMI) angesteckt werden. Je nach Lösung können einzelne oder mehrere Inhalte gleichzeitig dargestellt werden. Bei der Anschaffung sollten auch die Kosten für die Erstkonfiguration, Einbindung in vorhandene Netze sowie des weiteren Supportes bedacht werden. Auch eine Schulung des Personals ist sinnvoll.

Bei den nachfolgend vorgestellten Lösungen ist jeweils eine entsprechende Teststellung möglich.

Cynap Pure

Vom deutschen Hersteller Wolfvision wird die Multifunktionsreihe Cynap Pure in verschiedenen Ausführungen angeboten, wobei die Ausführungen Pure Mini, Pure und Pure Pro am häufigsten anzutreffen sind. Die Cynap Pure überträgt alle drei Technologien ohne weitere Software bzw. Apps. Wolfvision bietet zusätzlich die eigene App vCast als eigene Möglichkeit zur Übertragung an.

Wichtige Informationen im Überblick:

- bis zu 4K Ausgabeauflösung möglich
- bis zu vier Bildschirme simultan teilbar, Auswahl eines Hauptbildschirms möglich
- kostenlose Bereitstellung von Firmware-Updates
- Geräte lokal oder zentral über ein hauseigenes, kostenloses MDM verwaltbar, das im eigenen Netzwerk gehostet werden kann
- Neue Geräte suchen selbstständig nach einem Managementserver im Netzwerk und können so leicht eingebunden werden
- Bedienungssprache Deutsch
- Bildschirminhalte können vom Präsentationsbildschirm auf eigene Geräte übertragen werden (Viewer-Modus)
- Übertragung via AirPlay auch bei unterschiedlichen WLAN-Netzen möglich
- Unterstützung der Touchback-Funktionalität von Miracast
- Je nach Ausführung noch weitere Funktionen (z. B. Whiteboard-Funktion)²
- Anschluss von Tastatur und Maus über USB zur Steuerung möglich, optional kann eine Fernbedienung zur Bedienung erworben werden
- Preis variiert je nach Ausführung und Stückzahl (Projektpreise sind möglich!)
- Pure Mini ca. 700 €
- Pure ca. 1.000 €
- Pure Pro ca. 1.200 €

² siehe <https://wolfvision.com/de/loesungen-fuer-zusammenarbeit-und-drahtlose-praesentationen> für eine genaue Gegenüberstellung der Unterschiede

Air Server Connect

Eine weiteres Multifunktionsgerät, dass alle drei Technologien darstellen kann, ist der Air Server Connect 2³ (bzw. 3 ab Herbst 2023). Er überträgt alle drei Technologien ohne weitere Software bzw. Apps. Neben der Hardwarelösung wird auch eine Softwarelösung angeboten, auf die später eingegangen wird.

Wichtige Informationen im Überblick:

- bis zu 4K Ausgabeauflösung möglich
- bis zu neun Bildschirme können simultan angezeigt werden
- kostenlose Bereitstellung von Firmware-Updates
- Geräte lokal oder zentral in der Cloud administrierbar
- rudimentäre Konfigurationsmöglichkeiten in der Cloud (z. B. keine Möglichkeit gespeicherte Konfigurationen auf viele Geräte gleichzeitig auszurollen)
- Cloudstandort unbekannt
- Geräte können nur einzeln der Cloud manuell hinzugefügt werden
- Bedienungssprache Englisch
- Übertragung via AirPlay bei unterschiedlichen WLAN-Netzen nicht möglich
- Anschluss von Tastatur und Maus über USB zur Steuerung möglich
- Preis ca. 750 Euro

Airtame 2

Eine weitere Möglichkeit alle drei Technologien zu übertragen, stellt die Airtame 2⁴ dar. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, dass Inhalte mit der herstellereigenen App übertragen werden.

Wichtige Informationen im Überblick:

- Full HD Ausgabeauflösung möglich
- ein Bildschirm kann simultan gezeigt werden
- kostenlose, automatische Firmware-Updates aktivierbar
- Geräte können mit einer App manuell oder zentrale Administration über englischsprachige Cloud möglich
- Keine zusätzlichen Konfigurationsmöglichkeiten über die Cloud

³ Weitere Informationen unter <https://www.airserver.com/airserver-connect-2>

⁴ Weitere Informationen unter <https://airtame.com/products/airtame-2/>

- kostenpflichtige zusätzliche Features in der Cloud zubuchbar (z. B. Funktion für digitales schwarzes Brett)
- Cloudstandort unbekannt
- Geräte können nur einzeln der Cloud manuell hinzugefügt werden; bei einer Zurücksetzung wird die Cloudbindung gelöst
- Übertragung via AirPlay bei unterschiedlichen WLAN-Netzen nicht möglich
- merkliche Wärmeentwicklung im Betrieb
- Preis ca. 550 Euro

Weitere Multifunktionslösung

Es gibt noch weitere Hersteller, die entsprechende Lösungen anbieten. Teilweise handelt es sich dabei um Hersteller aus dem Nicht-EU-Ausland, bei denen ungeklärt ist, ob eine entsprechende Gewährleistung sichergestellt werden kann und es unklar ist, ob der Datenverkehr über ausländische Server übertragen wird. Andererseits werden auch Lösungen angeboten, die im Unternehmensumfeld verwendet werden und dementsprechend teuer sind, da Features verfügbar sind, die für das Schulumfeld unnötig sind.

2. Spezifische Hardware

Diese herstellerspezifischen Übertragungsgeräte (Adapter) wurden ursprünglich für den Consumerbereich als Set-Top-Box entwickelt, finden aber häufig Einzug in den schulischen Bereich.

Apple-TV 4k

Apple-TV ist die herstellereigene Lösung von Apple und unterstützt ausschließlich das AirPlay 2 Protokoll zur drahtlosen Übertragung von Inhalten von Apple-Geräten.

Wichtige Informationen im Überblick:

- 4K Ausgabeauflösung möglich
- eine Ausführung ohne Ethernet (64 GB) und eine etwas teurere Ausführung mit Ethernet-Schnittstelle (128 GB) sind verfügbar
- ein Bildschirm kann simultan gezeigt werden
- kostenlose, automatische Firmware-Updates aktivierbar
- für initiale Ersteinrichtung ist eine Internetverbindung notwendig

- Geräte können zentral in ein MDM eingebunden werden
- Inhalte können auch ohne Einbindung in die schulische WLAN- oder LAN-Infrastruktur übertragen werden
- Steckdose zur Stromversorgung notwendig
- Fernbedienung liegt bei
- Preis bei ca. 150 Euro (nur Wi-Fi) und 165 Euro (Wi-Fi + Ethernet)

Wireless Adapter 2 und Wireless Adapter 4K

Der Wireless Adapter wird in den zwei Ausführungen von Microsoft vertrieben und unterstützt das Miracast-Protokoll.

Wichtige Informationen im Überblick:

- je nach Ausführung Full HD oder bis zu 4K Auflösung
- ein Bildschirm kann simultan übertragen werden
- keine zentrale Administration möglich
- kostenlose Updates verfügbar, müssen manuell per App eingespielt werden
- Adapter wird per USB mit Strom versorgt, eine Einbindung in die schulische Netzwerkstruktur ist nicht möglich
- unterstützt kein Miracast-Touchback
- Verbindung nur per Direktverbindung (Punkt-zu-Punkt) möglich
- Preis ca. 70 Euro

Chromecast (3. Generation)

Die herstellereigene Lösung von Google unterstützt ausschließlich den hauseigenen Standard Google Cast. Es gibt inzwischen die 3. Generation des Chromecast.

Wichtige Informationen im Überblick:

- Full HD oder 4K Ausgabeauflösung möglich
- ein Bildschirm kann simultan übertragen werden
- für die manuelle Ersteinrichtung ist die Google-Home-App und ein (persönliches) Google-Konto notwendig
- zentral im geringen Umfang über eine App verwaltbar
- Inhalte können auch von anderen Betriebssystemen mit dem Chrome Browser übertragen werden

- Endgerät und Chromecast müssen sich im gleichen Netzwerk befinden
- Adapter wird per USB mit Strom versorgt
- Preis ca. 40 Euro

Weitere Adapterlösungen

Es gibt viele weitere Lösungen im Preissegment von 30 bis 150 Euro. Die Lösungen unterscheiden sich sehr in der Zuverlässigkeit und den unterstützten Übertragungsstandards. Des Weiteren handelt es sich auch immer wieder um Hersteller aus dem Nicht-EU-Ausland, die bei Defekten schwer kontaktierbar sind oder nach kurzer Zeit nicht mehr erreichbar sind.

Zudem ist oftmals eine gleichzeitige Nutzung des Internets während der Übertragung des Bildschirms nicht möglich.

3. Softwarelösungen

Neben Hardwarelösungen gibt es auch einige Softwarelösungen. Dabei dient das Endgerät, auf dem die Software läuft, als Empfangsgerät. Es muss sich dabei nicht zwangsläufig um das Gerät der Lehrkraft handeln, denkbar wäre auch ein Einschub-PC an einem interaktiven Board. Sinnvollerweise sollte das Gerät mit der Großbild-darstellung verbunden sein und über eine WLAN-Schnittstelle verfügen, damit alle drei Standards angesprochen werden können.



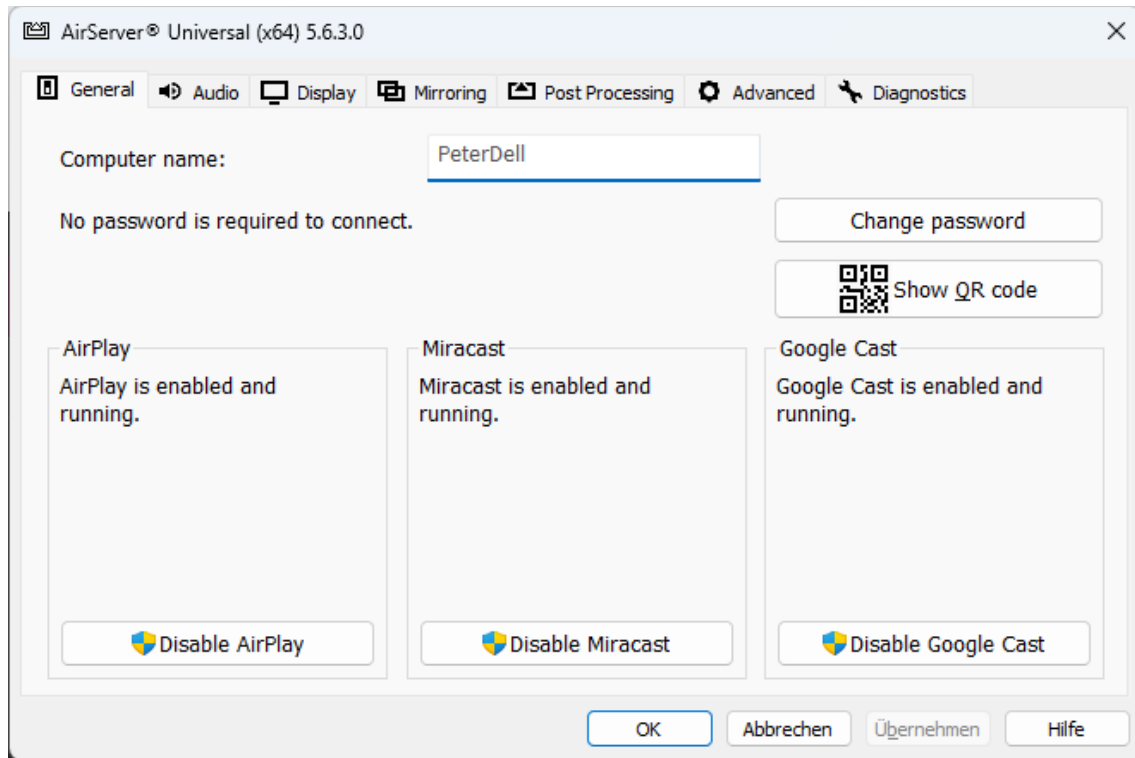
Kommerzielle Softwarelösungen

AirServer

Die Softwarelösung des AirServers ist für die Desktopbetriebssysteme Windows und macOS erhältlich. Es können auch alle drei Standards mit der Software dargestellt werden. Die Software kann sowohl über die entsprechenden Stores oder direkt von der Seite heruntergeladen werden.

Weitere Informationen im Überblick:

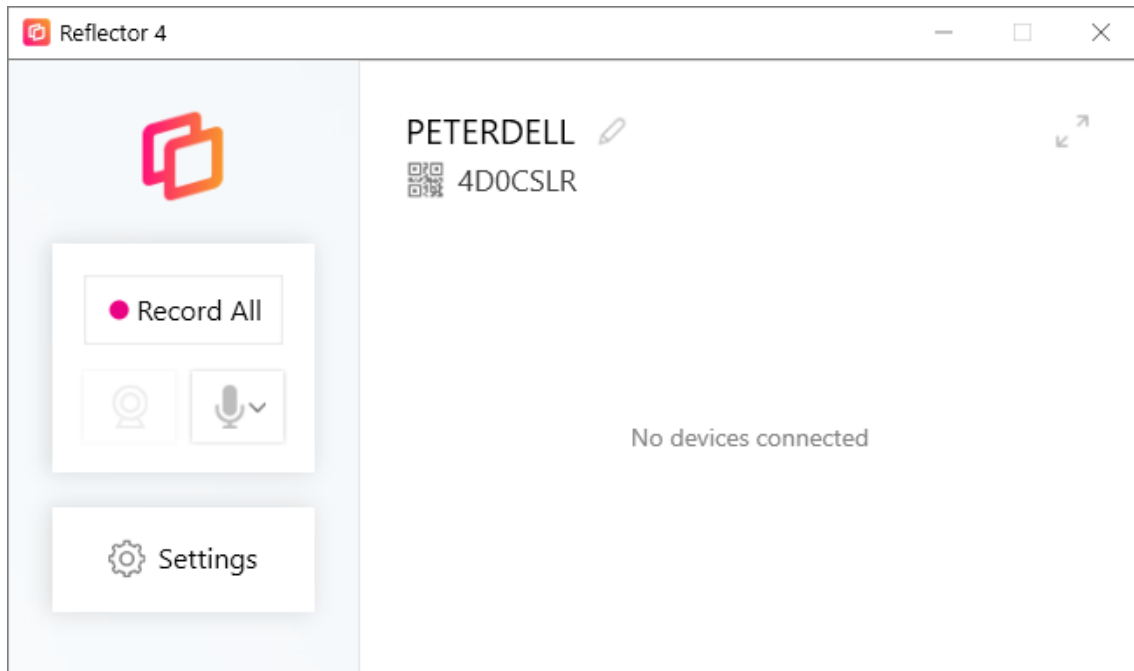
- Lizenzpreis hängt von der Anzahl der Lizenzen ab
- 31-tägige Testversion möglich mit der Option zu einer Verlängerung
- Möglichkeit der direkten Aufnahme oder Livestream des gezeigten Inhalts
- Unterstützung der Touchback-Funktionalität von Miracast



Reflector 4 und AirParrot 3

Reflector 4

Die Softwarelösung Reflector 4 ist für die Desktopbetriebssysteme Windows und macOS erhältlich und verwandelt das Endgerät, auf dem die Software installiert wird, zu einem Empfänger für drahtlose Übertragungen von Inhalten. Es können alle drei Standards mit der Software dargestellt werden.

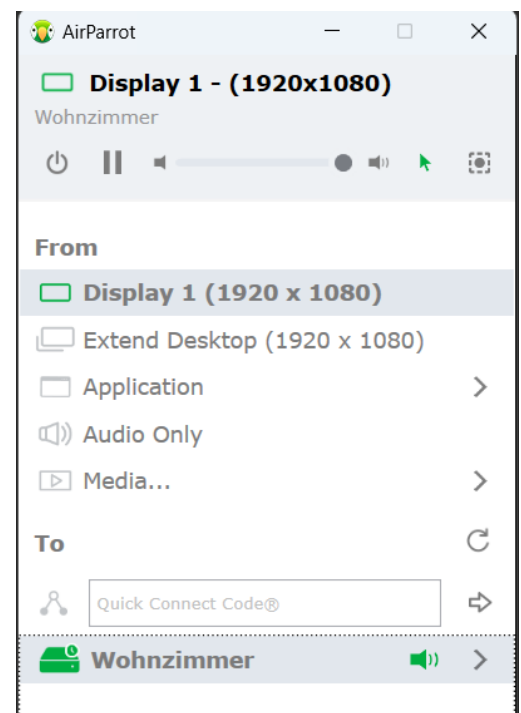


Weitere Informationen im Überblick:

- Lizenzpreis hängt von der Anzahl der Lizenzen ab
- Verbilligtes Bundle mit der Software AirParrot 3
- 7-tägige Testversion verfügbar
- Möglichkeit der direkten Aufnahme oder Livestream des gezeigten Inhalts
- Keine Unterstützung der Touchback-Funktionalität bei Miracast

Airparrot 3

AirParrot 3 ist für Windows und macOS erhältlich. Es bietet die Möglichkeit, dass von einem windowsbasierten Endgeräte Inhalte an ein Apple-TV gespiegelt werden. Ebenso können Inhalte an einen Chromecast von diesem Gerät gespiegelt werden. Die Bindung an ein spezifisches proprietäres Protokoll (AirPlay 2 oder Google Cast) entfällt durch die Software. In der Software kann festgelegt werden, ob eine Anwendung, der gesamte Bildschirm oder ein Medieninhalt gestreamt wird. Zudem können Inhalte an mehrere Empfänger gleichzeitig geschickt werden.

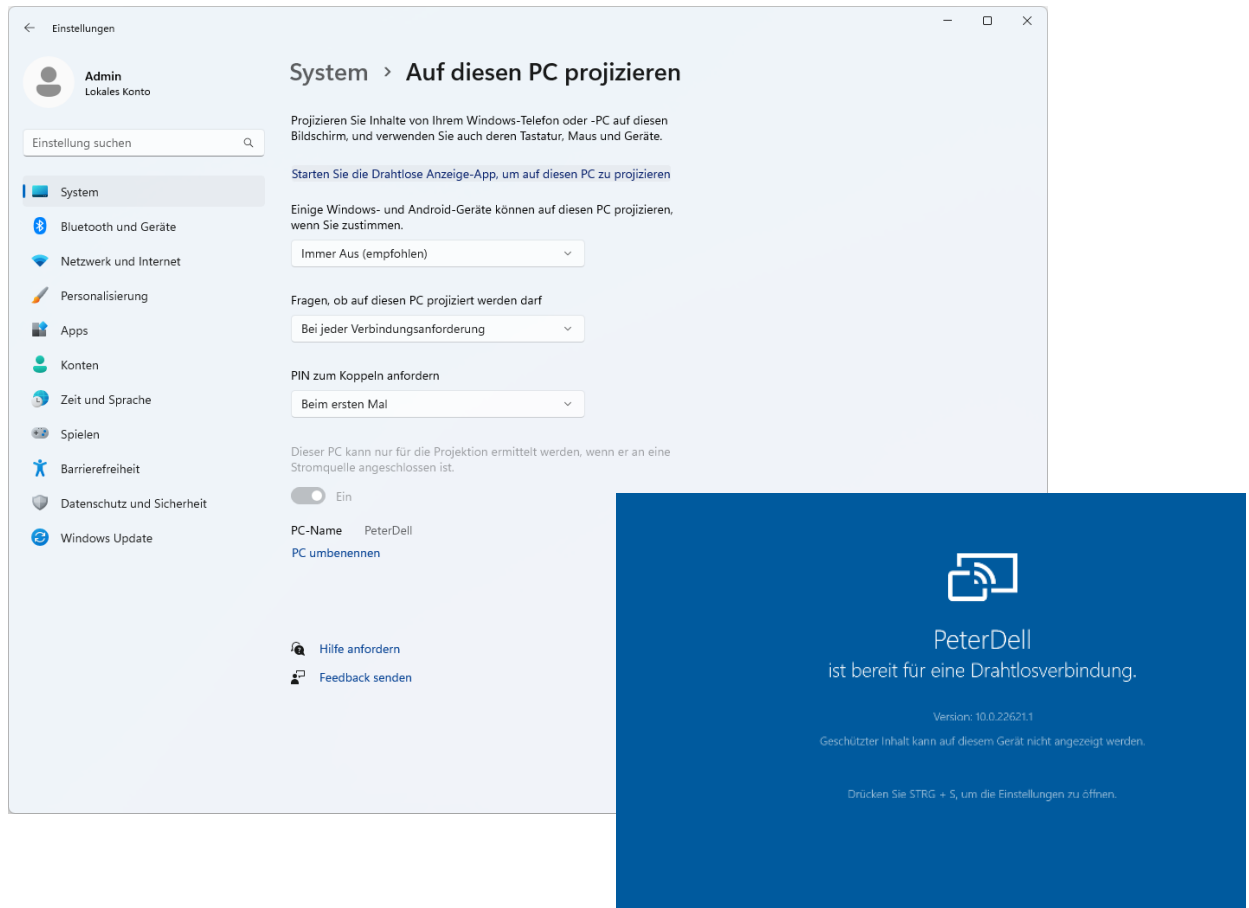


Integrierte Projektionsmöglichkeiten in Betriebssystemen

Alternativ zu kommerziellen Programmen können auch die in Windows und macOS integrierte kostenlose Funktionen zum Spiegeln genutzt werden. Diese sind jedoch auf die Standards Miracast (Windows) bzw. AirPlay (macOS) begrenzt.

Windows 10/11

Auf dem miracastfähigen Windows-Rechner muss das optionale Windowsfeature *Drahtlose Anzeige*⁵ installiert werden. Anschließend kann über dieses Feature mittels Miracast auf den entsprechenden PC mittels der App *Drahtlose Anzeige* projiziert werden. Das gezeigte Menü erreicht man über *System -> Auf diesen PC projizieren*. Das Feature unterstützt auch die Touchback-Funktionalität von Miracast.



⁵ siehe <https://support.microsoft.com/de-de/windows/inhalte-eines-bildschirms-auf-ihrem-pc-spiegeln-oder-projizieren-5af9f371-c704-1c7f-8f0d-fa607551d09c>

macOS

Die Funktion ist in die neuen Betriebssysteme automatisch integriert. Eine Installation eines zusätzlichen Features ist nicht notwendig. Auf dem Mac muss nur in den *Einstellungen* unter *Allgemein* -> *AirDrop & Handhoff* die Einstellung *AirPlay-Empfänger* aktiviert sein. Das zu spiegelnde iPad bzw. iPhone und der Mac müssen sich außerdem im gleichen Netzwerk (WLAN) befinden. Anschließend kann unter *Bildschirmsynchronisierung* der Mac als Ziel ausgewählt werden und der Inhalt dargestellt werden.

Hinweise

Softwarelösungen bilden die kostengünstigste Möglichkeit zur drahtlosen Bildschirmübertragung. Jedoch sollte vorher die Stabilität und Zuverlässigkeit der Übertragung mit den schulischen Endgeräten getestet werden. Die Software kann zentral auf die Endgeräte mit einem MSI-Paket (bei Windows) verteilt werden. Auf den Endgeräten muss anschließend ein entsprechender Lizenzschlüssel eingetragen werden.

4. Integrierte Lösungen in Großbilddarstellungen

Mittlerweile sind sowohl in Beamern als auch in (interaktiven) Displays häufig Systeme zur drahtlosen Bildschirmübertragung integriert. Deswegen sollte vor der Beschaffung einer entsprechenden Lösung geprüft werden, ob bereits ein oder mehrere Übertragungsstandards unterstützt werden. Dabei kann es vorkommen, dass zusätzliche Herstellerhardware oder -apps beschafft und installiert werden müssen. Aufgrund der sehr heterogenen Produktpalette kann hier keine Aussage über Funktionalitäten und Übertragungsstandards getätigt werden. Deshalb empfiehlt es sich vor der Entscheidung für eine Großbilddarstellung, dieses in einer Teststellung ausgiebig zu überprüfen. Dabei ist vor allem die Kompatibilität mit der schulischen Netzwerkinfrastruktur und den eigenen Endgeräten zu beachten.

Es sollte außerdem geprüft werden, ob die entsprechend integrierten Protokolle nativ unterstützt werden oder ob einzelne Protokolle nachgebaut wurden. Dadurch kann es zu Kompatibilitätsschwierigkeiten bei zukünftigen Protokolländerungen durch die Hersteller kommen. Außerdem sollte geprüft werden, ob das System auch bei einer Ersatzbeschaffung weiterhin einsetzbar ist.

BEST-PRACTICE-EMPFEHLUNGEN

Um die Konnektivität zum Empfänger für alle in einem digitalen Klassenzimmer zu ermöglichen, sollten sich sowohl der Empfänger und auch die Endgeräte von Lehrkräften und Lernenden im gleichen Netzwerk befinden. Zur Absicherung der Konfiguration des Empfängers und des Zugriffs auf die Übertragung zur Großbilddarstellung sollten folgende Einstellung bedacht und ggf. übernommen werden:

- Administrator-Konto zur lokalen Konfiguration des Empfängers mit einem Passwort absichern
- Moderatoren-Konto einrichten, sofern es verfügbar ist
- Übertragungswege mit PIN-Eingabe absichern, wenn möglich für alle außer Google Cast
- ggf. Viewernodus bzw. Zuschauermodus aktivieren, um Lernenden die Möglichkeit zur zusätzlichen Darstellung der Inhalte auf dem Endgerät
- Startmodus, bei dem am Bildschirm Verbindungsoptionen angezeigt werden, einrichten, wenn möglich
- Firmware der Adapter up to date halten

TECHNIK-DEEP DIVE – ÜBERTRAGUNGSSTANDARDS IM FOKUS

In den vorangegangenen Kapiteln wurde mehrmals auf die verschiedenen Übertragungstechnologien eingegangen, ohne diese in ihrer technischen Tiefe zu erläutern. Nachfolgend werden die verschiedenen Standards nochmals ausführlicher und technisch tiefergehend erläutert und mögliche Unterschiede herausgearbeitet.

Es gibt zwei Möglichkeiten wie Inhalte auf eine Großbilddarstellung übertragen werden können:

Screen Mirroring (Bildschirm spiegeln)

Hier wird der Bildschirm gespiegelt und erscheint auf der Großbilddarstellung. Die Großbilddarstellung zeigt eine Kopie dessen, was auf dem Endgerät angezeigt wird.

Screencasting (Medienstreaming)

Im Unterschied zur Bildschirmspiegelung wird nicht der gesamte Bildschirm übertragen, sondern es werden Inhalte einer spezifischen App (z. B. Video-App) gezeigt. Auf dem castenden Endgerät kann währenddessen weitergearbeitet werden (z. B. Verfassen einer E-Mail), ohne dass dies auf der Großbild-darstellung zu sehen ist. Dort ist nur das Video zu sehen.

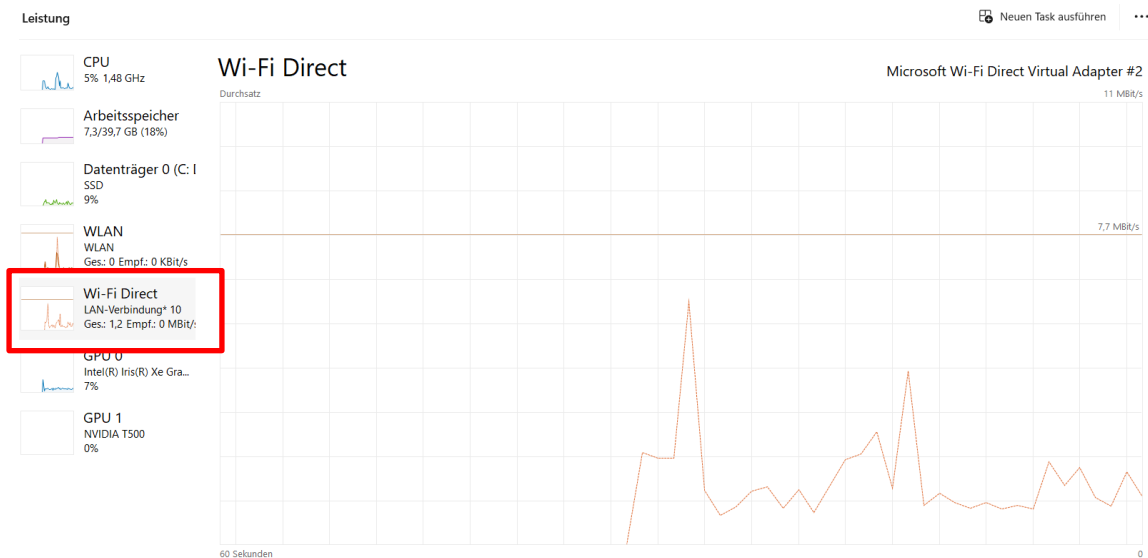
Miracast

Miracast ist ein offener Standard, der 2012 von der Wi-Fi Alliance verabschiedet wurde. Er basiert auf dem Wi-Fi-Direct-Standard, der eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei Endgeräten ermöglicht. Miracast wird auch umgangssprachlich als „HDMI über Wi-Fi“ bezeichnet. Aus diesem Grund ist keine Integration in ein Netzwerk notwendig. Die Funkverbindung kann dabei über das 2,4 GHz oder 5 GHz Spektrum unterhalten werden. Die Verbindung wird per WPA2 verschlüsselt.

Punkt-zu-Punkt (P2P) Verbindungen können allerdings Instabilitäten aufweisen, da das Endgerät normalerweise mit einem WLAN-Netzwerk verbunden ist und somit zwischen der WLAN-Verbindung und der P2P-Verbindung wechselt und es zu einer Bandbreiten-Aufteilung kommt. Um dieses Problem zu lösen, wurde die Möglichkeit geschaffen, Miracast über die Infrastruktur zu nutzen (Miracast-over-Infrastructure) und somit nur eine aktive Verbindung auf der Wi-Fi Schnittstelle zu nutzen. Bei MICE wird multicast DNS (mDNS) und DNS Service Discovery (DNS-SD) zum Auffinden von Miracast-Empfängern im verbundenen Netzwerk genutzt.

Microsoft hat diese Funktionalität noch erweitert und benennt sie mit MS-MICE⁶. Windows-Geräte entscheiden bei Verbindungsaufbau, welche Möglichkeit geeigneter ist. Im Taskmanager ist ersichtlich, welchen Verbindungsaufbau der Adapter nutzt (hier Wi-Fi Direct per P2P):

⁶ Eine entsprechende Dokumentation findet sich unter https://learn.microsoft.com/en-us/open-specs/windows_protocols/ms-mice/9598ca72-d937-466c-95f6-70401bb10bdb



Nicht alle erhältlichen Miracast-Empfänger unterstützten diese Möglichkeit. In der Regel findet sie sich bei teureren Geräten, da die Implementierung für den Hersteller kostenaufwendiger im Vergleich zur günstigen P2P-Implementierung ist.

Miracast unterstützt standardmäßig Full HD (1080p) und auch den Kopierschutz HDCP 2.0/2.1.

Bei Miracast wird der gesamte Bildschirm gespiegelt und der Ton an die Großbilddarstellung übertragen. Zudem können Eingaben (z. B. an der Großbilddarstellung) per Touchback-Funktionalität an das Endgerät zurückgespielt werden.

Teilweise verwenden Hersteller im Smartphone Bereich eigene Namen, wie z. B. SmartView oder EasyProjection.

AirPlay 2⁷

AirPlay unterstützt sowohl die Bildschirmübertragung („Bildschirmsynchronisierung“) als auch das Screencasting von einzelnen Inhalten auf eine Großbilddarstellung.

⁷ Eine ausführliche Darstellung und Tipps zur Einrichtung finden sich unter <https://support.apple.com/de/guide/deployment/dep9151c4ace/web>

Die Erkennung bei AirPlay funktioniert über das Bonjour-Protokoll oder über Bluetooth (per IP-Bekanntgabe oder auf P2P-Basis. Die Notwendigkeit der Einbindung in eine schulische Infrastruktur hängt von der verwendeten Methode ab. AirPlay verwendet eine AES-Verschlüsselung, um das Spiegeln bzw. Streamen zu schützen.

ERKENNUNG MIT BONJOUR

Bonjour ist ein proprietäres Protokoll von Apple, die es ermöglicht, dass Geräte sich im gleichen Netzwerk erkennen (z. B. für AirPrint oder AirPlay). Bonjour nutzt dabei Multicast, um die Verfügbarkeit von Diensten zu publizieren. Dieser Datenverkehr wird normalerweise nicht weitergeleitet, weswegen sich der Sender und Empfänger im gleichen IP-Teilnetz befinden sollten.

ERKENNUNG MIT BLUETOOTH LOW ENERGY (BTLE)

Apple TV geben ihre AirPlay-Funktionen auch über BTLE bekannt. Dabei wird die IP-Adresse des Apple TV an die Apple-Geräte im Raum übertragen. Bonjour kommt in diesem Szenario nicht zum Einsatz, weswegen die Geräte auch nicht im selben Netzwerk sein müssen.

ERKENNUNG AUF PEER-TO-PEER-BASIS

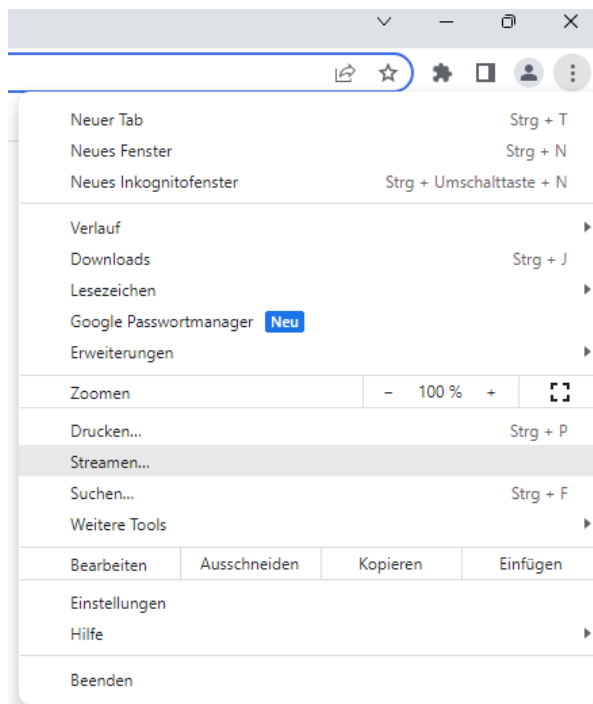
Apple-Geräte können sich auch per Peer-to-Peer finden. Diese Funktion wird auch bei z. B. bei AirDrop verwendet. Bei der Suche nach anderen Geräten sendet das Apple-Gerät einen kleinen Bluetooth-Beacon mit der Information, dass es nach Peer-to-Peer-Diensten sucht. Sobald ein anderes Apple-Gerät dieses BTLE-Paket empfängt, wird ein Peer-to-Peer-Netzwerk aufgebaut. Folglich müssen sich die Geräte nicht im gleichen Netzwerk befinden. Das Gerät kann aber auch dem vorhandenen Netzwerk beitreten. Die Geräte wechseln dann kontinuierlich zwischen dem temporären P2P-Netzwerk oder der vorhandenen Netzwerkinfrastruktur. Dadurch können sowohl AirPlay-Videostreams als auch vorhandene Internetdienste bereitgestellt werden.

Google Cast

Google Cast setzt vornehmlich auf das Screencasting und überträgt Inhalte von einzelnen Apps an die Großbilddarstellung. Die entsprechenden Apps müssen dabei das Casting der Inhalte unterstützen. Dies wird durch ein entsprechendes Casting-Symbol in der App oder in Medieninhalten angezeigt.



Android-Geräte unterstützen in der Regel neben Google Cast auch Miracast. Deswegen wird bei diesen Geräten die Möglichkeit des Spiegeln (Miracast) und Castings (Google Cast) angeboten.



Der Chrome-Browser bietet die Möglichkeit, dass ein einzelner Tab oder der gesamte Bildschirm gestreamt wird. Dabei kann es passieren, dass der Ton nicht gestreamt wird.

Die Geräte müssen sich dabei im gleichen Netzwerk befinden. Google Cast nutzt auch Multicast für DNS-Abfragen im Netzwerk.