

# Vom 3D-Bild zur Projektion

dgs.beirat@stereoskopie.org

Wer seine Stereokamera mit Film betreibt, hat nach Entwicklung und Rahmung Dias, die er in der gewünschten Reihenfolge in ein Magazin des Projektors einordnet - und schon kann die Projektion beginnen. Bei der digitalen 3D-Fotografie gibt es deutlich mehr Möglichkeiten, Stereobilder und -videos räumlich zu betrachten. In diesem Artikel beleuchten wir insbesondere die Wiedergabe mit einem 3D-Fernseher, mit einer Spiegelbox, mit einem 2-Beamer Setup sowie einem 3D-Shutterbeamer. Außerdem gehen wir auf die Aufbereitung der Medien ein und stellen die Software vor, die sich zur Erzeugung und Wiedergabe eignet. Denn nicht alle Formate sind für alle Betrachtungsmöglichkeiten gleichermaßen gut geeignet.

## 3D-Medien

3D-Medien können Bilder oder Videos sein, die in einem speziellen **Stereolayout** vorliegen. Unter einem Stereolayout versteht man die Art und Weise, wie das linke und das rechte Teilbild in einer oder zwei Dateien angeordnet sind. In der Praxis begegnen uns – getrennt nach Bildern und Videos – die unten folgenden Varianten. Manche Player erkennen das Stereolayout anhand des Dateinamens automatisch, daher wird jeweils ein Beispiel angegeben:

### 3D-Bilder

- **Getrennte** Dateien für linkes und rechtes Bild (Beispiel: bild-l.jpg und bild-r.jpg).
- **SBS**: Linkes und rechtes Bild *Seite-an-Seite* nebeneinander montiert. Das Ergebnis hat dann die doppelte Breite und wird meist englisch *side-by-side* bezeichnet oder kurz als **SBS**. (Beispiel: bild-lr.jpg).
- **SBS-half**: Wie SBS, jedoch in der *Breite* *zusammengestaucht*. Das Ergebnis hat dann die gleiche Auflösung, wie sie das linke oder rechte Teilbild hat (Beispiel: bild-lrq.jpg, q wie *squeezed*).
- **TAB**: Ähnlich wie SBS, aber Bilder sind jetzt *übereinander* montiert. Das Ergebnis hat dann die doppelte Höhe und wird im Englischen mit *top-and-bottom* oder kurz als **TAB** bezeichnet. (Beispiel: bild-ab.jpg).
- **TAB-half**: Wie TAB, jedoch jetzt in der *Höhe* *zusammengestaucht*. (Beispiel: bild-abq.jpg).
- **MPO**: Das linke und rechte Teilbild sind in voller Auflösung in einer einzigen **Multi-Picture-Object-Datei** mit interner jpg-Codierung gespeichert. (Beispiel: bild.mpo).

### 3D-Videos

- **Getrennte** Dateien für linkes und rechtes Video (Beispiel: video-l.mp4 und video-r.mp4).
- **SBS**: Gleiche Anordnung wie bei Bildern (Beispiel: video-lr.mp4).
- **SBS-half**: Gleiche Anordnung wie bei Bildern (Beispiel: video-lrq.mp4)..
- **TAB**: Gleiche Anordnung wie bei Bildern (Beispiel: video-ab.mp4).
- **TAB-half**: Gleiche Anordnung wie bei Bildern (Beispiel: video-abq.mp4).
- **DUAL**: Videodateien können mehrere *Streams* enthalten. Bei diesem Layout sind der linke und der rechte Videostream gleichberechtigt in einem Videocontainer enthalten. Ein prominentes Beispiel ist die Fuji W3, die ihre Videos auf dieser Weise in einem avi-Container abspeichert. (Eine Dateikennung ist nicht verbreitet, aber für die Vorbereitung bei den DGS-Events verwenden wir zur Kennzeichnung video-dual.mp4).
- **MVC**: Ähnlich wie DUAL, allerdings mit spezieller Differenzcodierung für den zweiten Stream, um Bandbreite zu sparen. Linkes und rechtes Teilbild liegen mit voller Auflösung vor, Anwendungsbeispiele für MVC sind die 3D-Blu-ray oder die Dateien der Sony HDR-TD10.

Zur Erzeugung von 3D-Medien eignen sich **m.objects**, der **StereoPhoto Maker** und **COSIMA**. Nicht alle Programme unterstützen alle Formate; MVC wird beispielsweise nur von COSIMA direkt erzeugt (Parameter VideoContainer = 2).

Für die Wiedergabe auf einem 3D-Ausgabegerät benötigt man einen **3D-Player**. In 3D-Fernsehern oder 3D-Blu-ray Playern ist ein solcher Player *hardwareseitig* integriert. Andere Geräte wie Spiegelboxen, 2-Beamer-Setups oder Shutter-Beamer besitzen keinen eingebauten Player. In diesen Fällen muss das 3D-Medium auf einem Rechner mit einem *Software-Player* abgespielt werden, der über HDMI oder ein anderes Verbindungskabel mit dem 3D-Ausgabegerät verbunden ist.

Im Folgenden unterscheiden wir daher zwischen Wiedergabe mit einem Hardware-Player und Wiedergabe mit einem Software-Player.

## 3D-Ausgabegeräte

In diesem Kapitel geben wir eine kurze Übersicht über verbreitete Geräte zur 3D-Anzeige. Die Aspekte zur *Ansteuerung* der Ausgabegeräte werden erst im folgenden Kapitel über die Player behandelt.

### 3D-Fernseher

3D-Fernseher besitzen einen integrierten Mediaplayer und akzeptieren neben SBS-half und TAB-half auch MPO und bei Videos häufig MVC. Bilder können einfach auf einen USB-Stick kopiert und direkt am Fernseher wiedergegeben werden. Im Zweifelsfall gibt die Bedienungsanleitung Auskunft über alle unterstützten Formate. Während MPO und MVC stets die volle Bildqualität liefern, ist sie bei halbierten Formaten (SBS-half, TAB-half) maximal halb so groß. Für passive 3D-Fernseher mit zeilenweise versetzter Polarisation sollte unbedingt TAB-half verwendet werden, da SBS-half die Auflösung erst horizontal (durch das Format) und dann nochmals vertikal (durch den Fernseher) halbiert.

### Projektion mit zwei Beamern

Um im Polfilterverfahren wie bei der Dia-Projektion mit zwei Beamern zu projizieren, braucht man eine spezielle Silberleinwand, die das Licht reflektiert ohne es dabei zu depolarisieren. Ebenfalls benötigt werden zwei DLP-Beamer, deren Licht man mit zwei vorgesetzten Polfiltern polarisiert. LCD-Beamer sind ungeeignet, da ihr Licht bereits polarisiert ist und die interne Polarisation sich nicht sinnvoll mit externen Filtern kombinieren lässt. Zur Ansteuerung wird ein PC oder Laptop mit Software-Player benötigt. Die Grafikkarte sollte mindestens zwei, besser drei Ausgänge besitzen.

### 3D-Spiegelbox

Um eine Spiegelbox zu betreiben (auch als **Co-Box** bezeichnet nach dem holländischen Konstrukteur Co van Ekeren), braucht man einen halbdurchlässigen Spiegel und zwei Monitore mit *schräg verlaufender Polarisation*. Wenn man die Monitore so anordnet wie in **Bild 1**<sup>1)</sup>,

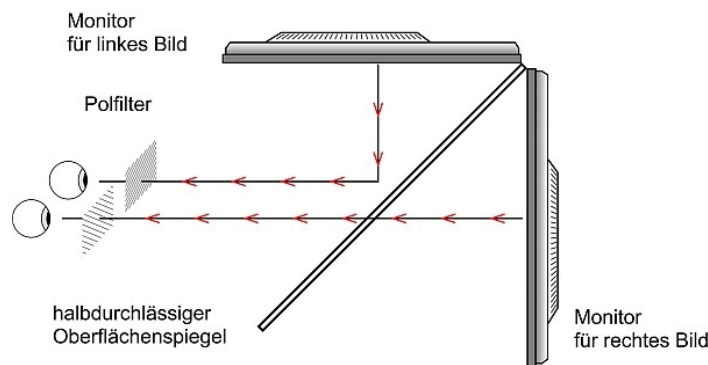


Bild 1 Spiegelbox

reicht eine übliche lineare Polfilterbrille (mit V-förmiger Polarisationsrichtung) zur korrekten Lichttrennung und damit zur räumlichen Betrachtung aus. Der Spiegel sorgt automatisch für eine richtige Polarisation, solange die Monitore eine *schräge* Polarisation aufweisen. Dies war viele Jahre der Standard für Computermonitore, allerdings zeigen heute fast alle Monitore, die im Handel sind, eine Polarisationsrichtung *parallel zu den Kanten* und sind damit leider *nicht* mehr geeignet zum Bau von Spiegelboxen. Wer den Aufwand nicht scheut und trotzdem eine Spiegelbox mit modernen Monitoren bauen möchte, kann das linear polarisierte Licht der Monitore mit einer Lambda/4-Folie in zirkular polarisiertes Licht umwandeln und anstatt *linearer* Polfilterbrillen dann *Zirkularpolfilterbrillen* verwenden. Die Links-Rechts-Spiegelung des oberen Monitors übernimmt der Software-Player, ansonsten ist die Ansteuerung identisch zur Projektion mit zwei DLP-Beamern. Da zwei Monitore angesteuert werden, ist eine Grafikkarte mit (mindestens) zwei Ausgängen erforderlich.

## Projektion mit Shuttertechnik

Bei der Shuttertechnik genügt ein einzelner 3D-Beamer, der die Teilbilder abwechselnd projiziert. Vorteil: Es ist keine Silberleinwand notwendig, Nachteil: Bewegungen wirken *asynchron*, da die Teilbilder niemals gleichzeitig sichtbar sind – dies wird von Betrachtern unterschiedlich wahrgenommen.

Es existieren zwei Klassen von 3D-Beamern: *ältere* „3D-Ready-Projektoren“ und *moderne* „HDMI-1.4-3D-Projektoren“. Beide werden unterschiedlich angesteuert, weshalb stets das Handbuch konsultiert werden sollte. Da Shutterbeamer in keinem Fall einen eigenen 3D-Medienplayer besitzen, erfolgt die Zuspiegelung der Medien entweder über einen 3D-Blu-ray Player (nur HDMI-1.4-3D und via USB) oder über einen PC. Die PC-Zuspiegelung wird später im Kapitel Software-Player erläutert.

## Hardware-Player

3D-Hardwareplayer finden wir in 3D-Fernsehern und 3D-Blu-ray Playern. Wenn wir einen 3D-Blu-ray Player verwenden, müssen wir daran noch ein 3D-Anzeigegerät anschließen. Das kann ein 3D-Fernseher/Monitor oder auch ein 3D-Shutterbeamer (nur HDMI-1.4-3D) sein. Eine Gespann, wie z.B. eine Spiegelbox oder ein 2-Beamer Setup ist hierbei nicht möglich, da der Blu-ray Player nur *eine* Verbindung zulässt. Die Verbindung zwischen Blu-ray Player und Anzeigegerät verwendet ein sogenanntes **Frame-Packing** Format (ein normiertes spezielles TAB-Layout mit einem 45 Pixel breiten Trennstreifen), das beide Bilder in voller Auflösung überträgt. Wie im nächsten Kapitel erläutert wird, ist die Verwendung eines 3D-Blu-ray Players derzeit die einfachste und sicherste Methode, um eigenen 3D-Content mit einem modernen Shutterbeamer zu projizieren!

Die Zuspiegelung der Medien erfolgt über einen USB-Stick, der am Blu-ray Player oder am 3D-Fernseher angeschlossen wird. Über das hierbei zu verwendende Layout lohnt es sich, nochmals genauer nachzudenken:

- Ein 3D-Blu-ray Player gibt den Inhalt immer in voller Auflösung weiter und sollte deshalb mit MPO (Bilder) oder MVC (Videos) gefüttert werden.
- Falls ein *passives* Display verwendet wird, das die Zeilen abwechselnd links-herum und rechts-herum polarisiert, wird bei der Anzeige die Auflösung halbiert. Die Zuspiegelung kann also ohne weitere Verluste im TAB-half Layout erfolgen - sowohl bei Bildern, als auch bei Videos. Eine Zuspiegelung im SBS-half Format wäre ungünstig, da hier zusätzlich die horizontale Auflösung halbiert wird. MPO (für Bilder) und MVC (für Videos) bringen bei einem passiven Display keinen Vorteil gegenüber TAB-half.
- Falls ein *aktives* Display verwendet wird, findet im Anzeigegerät selber keine Reduzierung der Auflösung statt. Für beste Wiedergabequalität sollte daher auch hier bei Bildern MPO und bei Videos MVC verwendet werden. SBS-half und TAB-half reduzieren beide die Qualität, SBS-half im Horizontalen, TAB-half im Vertikalen. SBS oder TAB in voller Auflösung können von hardware-implementierten 3D-Playern nicht akzeptiert werden, da die resultierenden Höhen-/Seitenverhältnisse nicht den Normen entsprechen.

## Software-Player

Software-Player kommen immer dann zum Einsatz, wenn das Anzeigegerät keinen eigenen 3D-Mediaplayer besitzt. Ein Quasi-Standard ist der **Stereoscopic Player**, der nahezu alle bekannten Stereolayouts abspielen und eine Vielzahl von 3D-Anzeigegeräten ansteuern kann. Es gibt aber auch freie Alternativen, z.B. **Bino**. Software-Player sind zwingend erforderlich, wenn ein *Gespann* angesteuert werden soll, z.B. eine Spiegelbox oder ein 2-Beamer-Setup. Dann ist die Ansteuerung auch erfreulich unkompliziert: Die Grafikkarte stellt zwei Ausgänge bereit und der Player gibt das linke Teilbild auf Gerät A und das rechte Teilbild auf Gerät B aus. Einfacher geht's nicht und auf diese Weise projiziert die DGS auf ihren Events seit 2005 alle digitalen Beiträge - zuverlässig und ohne nennenswerte Änderungen. Es gibt keinen Grund, warum das nicht auch die nächsten 20 Jahre so funktionieren soll. Bewährt haben sich auch Konfigurationen mit *drei* Monitoren, wobei der dritte Monitor als Kontrollmonitor dient, damit die Zuschauer auf der Leinwand keine Bedienoberflächen sehen (müssen).

## Ansteuerung von aktiven 3D-Fernsehern und Shutterbeamern

Um die Ansteuerung von aktiven 3D-Fernsehern oder Shutterbeamern zu erklären, muss man leider etwas ausholen: Bei der Übertragung eines Videosignals über HDMI werden sogenannte **InfoFrames** mitgesendet. Diese enthalten Informationen über Auflösung, Farbraum – und entscheidend – über den *3D-Modus*. Früher konnte ein Software-Player wie der Stereoscopic Player den Grafikkartentreiber anweisen, im InfoFrame ein 3D-Bit zu setzen. Der Shutterbeamer erkannte dies und schaltet dann *automatisch* in den entsprechenden 3D-Modus (z.B. für „SBS-half“). Diese Möglichkeit existiert heute nicht mehr! Mit den Treibergenerationen ab nVidia 39x und der Einführung der RTX-Serie wurde die Unterstützung für HDMI-3D vollständig entfernt. Moderne Grafikkarten erzeugen keine 3D-InfoFrames mehr. (Die letzten nVidia Grafikkarten, welche das 3D-Signal im InfoFrame noch unterstützten, waren Karten der 1000er-Serie - wer also noch irgendwo eine GTX 1060 im Betrieb hat: nicht wegschmeißen, vielleicht wird sie noch einmal benötigt?)

Damit können moderne HDMI-1.4-3D-Beamer (das sind praktisch alle Optoma-, BenQ-, Acer- und Epson-Modelle ab ca. 2012) nicht mehr automatisch in den 3D-Modus geschaltet werden, denn bei fehlendem 3D-InfoFrame bleiben die entsprechenden Menüs ausgegraut. Viele Modelle lassen sich jedoch immer noch **manuell** in den 3D-Modus schalten (im Zweifelsfall testen!). Moderne (HDMI-1.4-konforme) 3D-Beamer lassen sich jedoch *immer* mit älteren Grafikkarten oder einem 3D-Blu-ray Spieler betreiben. Aktive 3D-Fernseher sind davon im Prinzip ebenfalls betroffen, besitzen jedoch einen eingebauten 3D-Mediaplayer und sind daher weniger problematisch.

## Ältere „3D-Ready“-Beamer

Vor Einführung des HDMI-1.4-3D-Standards gab es sogenannte „3D-Ready“-Beamer. Diese Geräte unterstützen weder SBS-half noch Frame-Packing (das Signal vom 3D-Blu-ray Player), sondern ausschließlich **Frame-Sequential mit 120 Hz**. Sie benötigen keinen InfoFrame, da sie automatisch in den 3D-Modus wechseln, sobald ein 120-Hz-Signal erkannt wird. Moderne HDMI-1.4-Beamer tun dies nicht mehr. Ich möchte jetzt aber nicht gänzlich ausschließen, dass es keine „3D-Ready“-Beamer gibt, die nicht auch weitere 3D-Formate akzeptieren, ohne dabei aber schon dem kompletten HDMI-1.4-Standard zu entsprechen. In der Regel kennen sie aber nur ein *einziges* 3D-Format: *Frame-Sequential mit 120Hz*.

Frame-Sequential überträgt das linke und rechte Teilbild mit voller Auflösung im schnellen Wechsel (eben mit 120 Hz). Diese Methode erfordert im Rechner den Einsatz sogenannter *Quadro-Karten*, die das Bild zur Aufrechterhaltung der links-rechts Zuordnung *vierfach buffern* (Quad-Buffer-Stereo in OpenGL).

Die 3D-Signalisierung im InfoFrame wurde im übrigen bei den professionellen Quadro-Karten genauso entfernt wie in der Consumerserie, so dass nur noch 2 Wege offen bleiben: Entweder die 3D-Ready-Beamer, die bei 120Hz automatisch den 3D-Mode aktivieren - oder aber ältere Quadro-Karten, die noch 3D-InfoFrames erzeugen.

Zur Synchronisation der Shutterbrillen verwenden moderne Quadro-Karten ausschließlich DLP-Link (DLP-Link steht für Digital Light Processing): Der Beamer sendet einen kurzen Weiß-Blitz aus, den die Brillen als Synchronisationssignal erkennen. Eine störungssichere Funksynchronisation wäre nur über den früher üblichen *3-Pin-Stereo-Sync-Port* möglich, den es an den neueren Quadro-Karten aber auch nicht mehr gibt. Als letzte Karte mit diesem Port gilt die Quadro P4000. Es wäre aber noch zu bemerken dass die Quadro-Karten im Vergleich zu den Consumer-Karten bei gleicher GPU-Leistung deutlich teurer sind.

## Resümee

- **Ältere 3D-Ready-Beamer** funktionieren nur mit 120 Hz Frame-Sequential, benötigen deshalb zwingend eine Quadro-Karte (neu: nur DLP-Link, alt: auch Funk).
- **Moderne HDMI-1.4-3D-Beamer** funktionieren voll-automatisch nur noch mit älteren Grafikkarten oder einem 3D-Blu-ray Player, da sie ein 3D-Signal im InfoFrame benötigen. Ohne 3D-Signal im Infoframe kann immer noch die Möglichkeit zur *manuellen* Aktivierung des 3D-Modus bestehen (nicht standardisiert, deshalb modellabhängig). **Software-Player** können diese Signalisierung aktuell nicht mehr erzeugen.

## m.objects Executables

Von m.objects erzeugte Executables enthalten einen eigenen Player und zählen daher ebenfalls zu den Software-Playern. Sie unterstützen die üblichen Layouts wie getrennte L/R-Dateien, SBS oder SBS-half – jedoch ohne HDMI-3D-Signalisierung, sodass die gleichen Einschränkungen wie bei anderen Software-Playern gelten.

## Laptop für 2-Beamer-Setup

Noch ein paar Bemerkungen zu einem Laptop als Ansteuerung eines 2-Beamer Setups. Wir benötigen einen Rechner mit (mindestens) zwei vollwertigen Grafikausgängen, die synchron arbeiten. Tatsächlich finden sich - auch im unteren und mittleren Preissegment - viel Geräte mit einem DisplayPort, der in einem USB-C Anschluss integriert ist und einem weiteren HDMI-Anschluss. Damit scheint die wichtigste Forderung zunächst erfüllt, in der Praxis zeigt sich jedoch häufig ein Problem:

Der USB-C/DisplayPort ist oft an der internen GPU der CPU angebunden, während der HDMI-Ausgang über eine separate Grafikkarte (z.B. nVidia/AMD) läuft. Die Videosignale nehmen intern also unterschiedliche Wege, werden nicht synchron ausgegeben und sind damit für ein 3D-Gespinn nicht brauchbar. Eine scheinbare Alternative wäre ein DisplayPort-Splitter mit MST Unterstützung (MST = Multi Stream Transport), der an einem DisplayPort zwei Monitore versorgt. Gute Idee - aber Vorsicht: Bei vielen Laptops ist die maximale Auflösung über MST auf 2x1024x768 Pixel begrenzt. Für unsere Zwecke benötigen wir jedoch 2xFullHD (2x1920x1080)! Wer auf Nummer sicher gehen möchte, benötigt daher einen Laptop mit zwei dezidierten Video-Ausgängen, die an *derselben* GPU hängen - idealerweise an einer diskreten Grafikkarte, um genügend Leistungsreserven zu haben! Wer stattdessen einen kleinen Desktop-Rechner einsetzt, kann das System ohne Risiko passend konfigurierend und erhält zudem ein deutlich besseres Preis-/Leistungsverhältnis.

## Software

Für einen typischen 3D-Workflow werden im Wesentlichen drei Arten von Software benötigt:

Im ersten Schritt sollte der 3D-Content geometrisch korrigiert und montiert werden. Dafür haben sich der **StereoPhoto Maker** (für Bilder), der **StereoMovie Maker** (für Videos) und **COSIMA** (für Bilder und Videos) etabliert. Diese Programme eliminieren zum Beispiel Höhenfehler, setzen ein korrektes Scheinfenster, stabilisieren verwackelte Videos und erzeugen das Ergebnis im gewünschten Stereolayout.

Um aus Einzelbildern oder -videos komplette, vertonte 3D-Präsentationen zu erstellen, besitzt **m.objects** - abgesehen natürlich von professioneller Studio-Software - inzwischen ein Alleinstellungsmerkmal, seit Sony Vegas alle 3D-Funktionen gestrichen hat. Mit m.objects erzeugt man entweder fertige Videos oder gleich autark abspielbare Windows- oder Mac-Executable mit eingebautem Player. Das gewünschte Stereolayout kann beim Start des Players gewählt oder sogar während des Abspielens geändert werden. Zur Wiedergabe von 3D-Video-Dateien hat sich der **Stereoscopic Player** durchgesetzt, der auch eine Folge von Einzelbildern darstellen kann. Wer seine Bilder unter stereoskopischen Sichtbedingungen bewerten möchte, dem sei **COSIMA Rating** empfohlen. Damit können während einer Sitzung Bilder komfortabel mit 0 bis 5 Sternen bewertet werden.

---

## Glossar der wichtigsten 3D-Begriffe

### **SBS (Side-by-Side)**

Linkes und rechtes Bild nebeneinander montiert, doppelte Breite.

### **SBS-half**

Horizontale Halbierung von SBS. Gleiche Breite wie ein Einzelbild.

### **TAB (Top-and-Bottom)**

Linkes und rechtes Bild übereinander montiert, doppelte Höhe.

### **TAB-half**

Vertikale Halbierung von TAB. Gleiche Höhe wie ein Einzelbild. Optimal für passive 3D-Fernseher.

### **MPO (Multi Picture Object)**

JPEG-basierter Container für zwei Vollauf Lösungsbilder (L/R). Wird von vielen 3D-Fernsehern unterstützt.

### **Dual-Stream (DUAL)**

Zwei gleichberechtigte Videostreams im selben Container (z. B. AVI). Bekannt von der Fuji W3.

### **MVC (Multiview Video Coding)**

Codec für 3D-Videos, bei dem der rechte Stream als Differenz zum linken codiert wird. Volle Auflösung für beide Teilbilder. Die 3D-Blu-ray verwendet MVC mit 24fps, der Standard unterstützt aber alle H.264-konformen Frameraten.

### **Frame-Packing**

HDMI-1.4-3D-Standardformat. Ein normiertes Top-and-Bottom-Layout mit definiertem Trennstreifen, das beide Bilder in voller Auflösung überträgt. Wird nur von 3D-Hardware-Playern erzeugt.

### **Frame-Sequential (120 Hz)**

Übertragungstechnik, bei der links und rechts abwechselnd mit voller Auflösung gesendet werden. Erfordert 120 Hz und Quad-Buffer-Stereo.

### **3D-Ready-Beamer**

Frühe DLP-Projektoren, die kein HDMI-1.4-3D unterstützen. Sie akzeptieren ausschließlich **120 Hz Frame-Sequential** und schalten automatisch in den 3D-Modus, sobald ein 120-Hz-Signal erkannt wird. Kein SBS, kein TAB, kein Frame-Packing.

### **HDMI-1.4-3D-Beamer**

Moderne 3D-Projektoren, benötigen ein HDMI-3D-InfoFrame zur automatischen Aktivierung des 3D-Modus. Der 3D-Modus ist eventuell auch *manuell* aktivierbar (modellabhängig).

### **DLP-Link**

Optisches Synchronisationsverfahren für Shutterbrillen. Der Beamer sendet kurze Weißblitze aus, die die Brillen synchronisieren. Funktioniert ohne Funkempfänger.

### **3-Pin-Stereo-Sync-Port**

Früher üblicher Anschluss an professionellen NVIDIA-Quadro-Karten zur Funksynchronisation von Shutterbrillen. Nach der Quadro P4000 nicht mehr vorhanden.

### **3D-Blu-ray Player**

Hardware-Player, der **HDMI-3D-InfoFrames** erzeugt und **Frame-Packing** in voller Auflösung ausgibt. Die zuverlässigste Methode, moderne HDMI-1.4-3D-Beamer in den 3D-Modus zu versetzen.

### **3D-Fernseher**

Display mit integriertem 3D-Mediaplayer. Unterstützt je nach Modell SBS-half, TAB-half, MPO und MVC. Passive Modelle halbieren die vertikale Auflösung.

### **3D-InfoFrame (HDMI-3D-Signal)**

Ein spezieller HDMI-Datenblock, der dem Display mitteilt, dass ein 3D-Signal anliegt (z. B. Frame-Packing, SBS-half, TAB-half). Moderne 3D-Beamer aktivieren mit diesem Signal den 3D-Modus.

### **3D-Mediaplayer (Hardware)**

In 3D-Fernsehern und 3D-Blu-ray Playern eingebaut. Erkennt das Stereolayout automatisch und steuert das Display korrekt an.

### **StereoPhoto Maker**

Freie Software zur geometrischen Korrektur und Montage von Bildern.

### **COSIMA**

Kommerzielle Software zur geometrischen Korrektur und Montage von Bildern und Videos, unterstützt auch MVC-Erzeugung.

### **COSIMA Rating**

Tool zur stereoskopischen Bildbewertung. Ermöglicht das Vergeben von 0 bis 5 Sternen unter 3D-Sichtbedingungen.

### **Scheinfenster**

Virtuelle Ebene, die den sichtbaren Bildausschnitt definiert. Muss korrekt gesetzt werden, um störende Tiefenverletzungen zu vermeiden.

### **m.objects**

Software zur Erstellung kompletter 3D-Präsentationen. Kann Videos oder autarke Executables erzeugen. Unterstützt verschiedene Stereolayouts.

### **Software-Player**

Programme wie Stereoscopic Player, Bino oder m.objects-Executables. Können Stereolayouts ausgeben, aber von sich aus keine **HDMI-3D-Signalisierung** erzeugen.

### **Stereoscopic Player**

Kommerzieller Software-Player für nahezu alle 3D-Layouts. Ausgabe auf eine Vielzahl von Ausgabegeräten einschließlich 4-fach gepuffertes OpenGL.

### **Bino**

Freier Software-Player für stereoskopische Medien. Unterstützt viele Layouts.

### **DisplayPort-Splitter mit MST-Unterstützung**

Multi-Stream-Transport Splitter, der *ein* SBS-DisplayPort-Signal zur Ausgabe auf *zwei* Monitoren splitten kann. Bei einigen Laptops auf geringe Auflösungen beschränkt (z. B. 2×1024×768).