

HDTV bei ARD, ZDF, ORF, SRG und ARTE in bester Qualität

Öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten strahlen zukünftig in 720p/50 aus

Überblick

Mit den Olympischen Winterspielen 2010 werden ARD und ZDF in den Regelbetrieb von HDTV einsteigen. Das HDTV-Signal wird im Format 720p/50 ausgestrahlt. Umfangreiche Tests zeigten, dass dieses Format auf modernen Flachdisplays im Vergleich zum Format 1080i/25 das bessere Bild liefert. Der EBU-Empfehlung folgend strahlen nicht nur ARD und ZDF, sondern auch ORF, SRG und ARTE HDTV in diesem Format aus. Weitere europäische Rundfunkanstalten wie SVT (Schweden), VRT (Belgien), DR (Dänemark), NRK (Norwegen) und TVP (Polen) strahlen bereits in 720p/50 aus bzw. denken darüber nach, dies in Zukunft zu tun.

2010 startet öffentlich-rechtliches HDTV in Deutschland

ARD und ZDF beginnen mit den Olympischen Winterspielen in Vancouver im Februar 2010 zusätzlich zur Ausstrahlung in SDTV mit dem Regelbetrieb (über Satellit und teilweise im digitalen Kabel) ihrer Hauptprogramme im hochauflösenden Fernsehformat HDTV. Bis dahin wird in Showcases die Auswahl geeigneter Programminhalte für HDTV und die Bildqualität beim Zuschauer bewertet, die erforderliche Technik erprobt sowie mit der Umrüstung der Produktions- und Ausstrahlungskette sukzessive begonnen. Ein wichtiger Meilenstein ist die Leichtathletik-Weltmeisterschaft 2009 in Berlin, die von ARD und ZDF auch im HDTV-Format ausgestrahlt wird.

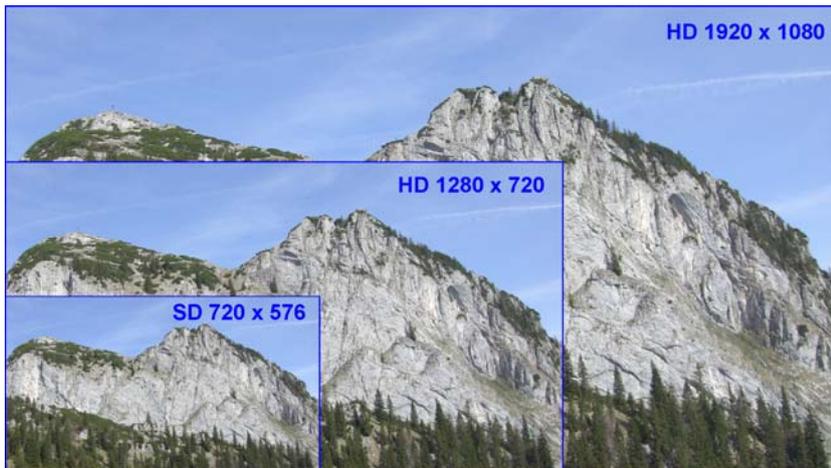
Bei HDTV wird der Konsument immer wieder mit zwei unterschiedlichen Formaten konfrontiert: 720p und 1080i¹. Auf den ersten Blick könnte man meinen, dass eine größere Zahl auch eine bessere Bildqualität bedeutet. Tatsächlich aber können beide Formate dem Fernsehzuschauer grundsätzlich ein Bild in „HD-Qualität“ liefern, wobei die technischen Besonderheiten bei dem nominell „kleineren“ Format sogar eine bessere Bildqualität ermöglichen. Daher entschieden sich die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in Deutschland, Österreich und der Schweiz, sowie weitere europäische Rundfunkanstalten für ihre künftigen HDTV-Ausstrahlungen für das Format 720p und sind damit auch den Empfehlungen der Europäischen Rundfunkunion (EBU) gefolgt. Für diese Entscheidung sprechen gute Gründe; diese werden in diesem Papier erläutert.

Zur Beruhigung vorab: Alle im europäischen Markt verfügbaren Displays, die mit dem „HD ready“-Label bzw. mit dem Label „HD ready 1080p“ versehen sind, unterstützen beide HDTV-Formate. Mit diesen Labels hat der Europäische Industrieverband (EICTA) Mindestanforderungen für HDTV-Displays festgelegt, so dass, auch wenn sich die im Markt erhältlichen Bildschirme, unter anderem in Bezug auf Bildschirmgröße, Anzahl Bildpunkte und maximal darstellbarer Bilder pro Sekunde erheblich unterscheiden, auf den Displays Programme von allen Anbietern dargestellt werden können.

720p liefert bei Bewegung die besseren Bilder

Der zunächst als am gravierendsten erscheinende Unterschied zwischen den beiden HDTV-Formaten ist deren grafische Auflösung, also die Anzahl der Bildpunkte. Die oft zu findende grafische Darstellung der Auflösung einzelner Fernsehbilder der jeweiligen Formate (s. Bild unten) erweckt dadurch, dass bei 1080i scheinbar mehr Bildpunkte zur Verfügung stehen, den falschen Eindruck, dass die Qualität des 1080i-Formates besser sei.

¹ 720p wird hier als Abkürzung für das 720p/50 Format benutzt (50 Vollbilder pro Sekunde mit je 720 Zeilen und 1280 Bildpunkten pro Zeile); 1080i steht für 1080i/25 (25 Vollbilder pro Sekunde mit je 1080 Zeilen und 1920 Bildpunkten pro Zeile).



Im Bild ist ein rechnerischer Vergleich der Auflösung einzelner Fernsehbilder im jetzigen „Standard TV“ Format und den beiden HDTV-Formaten zu sehen². Ein Bild mit weniger Bildpunkten kann Details weniger genau abbilden. Dieses weckt die Erwartung, dass das 1080i-Format mit seinen 1920 x 1080 Pixeln eine bessere Bildqualität darstellt, da dieses Format mehr Pixel zur Verfügung stellt als 720p mit 1280 x 720 Pixeln. Diese Darstellung ist aber falsch, da ein solcher Vergleich nur für Standbilder gilt.

Diese Rechnung stimmt allerdings nur für Standbilder: beim Fernsehen werden aber bewegte Bilder übertragen. Im Format 1080i werden pro Sekunde 50 Halbbilder mit jeweils nur 540 Zeilen, beim Format 720p jedoch immer 50 Vollbilder mit 720 Zeilen übertragen (deshalb die formale Schreibweise 720p/50). Bei 720p werden also doppelt so viele Vollbilder pro Sekunde übertragen wie bei 1080i: Dieses Format löst die Bewegungen deutlich feiner auf und der Schärfeeindruck bewegter Szenen ist besser. Für das Bewegtbild des Fernsehens liefert das Format 720p somit tatsächlich eine bessere Bildqualität als 1080i.

Die Übertragung auf Basis von Halbbildern, wie sie beim HDTV-Format 1080i benutzt wird (i=„interlaced“, englisch für Zeilensprung), setzt auf das veraltete Zeilensprungverfahren auf, das ursprünglich für das herkömmliche Standardfernsehen (SDTV) entwickelt wurde (siehe Anhang 2). Alle Flachbildschirme stellen Bilder aber grundsätzlich als Vollbilder dar. Diese progressive Darstellungsweise von Bildinhalten im Format 1080i erfordert in den Geräten einen als „De-Interlacing“ bezeichneten Verarbeitungsschritt, der aus Halbbildern wieder die entsprechenden Vollbilder berechnet. Vor allem bei der Darstellung von sich bewegenden Objekten und Kameraschwenks kann dies zu deutlicher Unschärfe und zu einer tatsächlichen Auflösung führen, die im Extremfall nur noch bei der Hälfte der nominellen Zeilenanzahl (also 540 Zeilen) liegt.

Das 720p-Format (p= progressiv, englisch für Vollbild) nutzt hingegen die volle zeitliche Auflösung und liefert dem Bildschirm 50 Vollbilder (mit 720 Zeilen) pro Sekunde. Ein De-Interlacing ist nicht erforderlich und Bewegungsartefakte, wie sie beim Interlaced-Format vorkommen, existieren bei der progressiven Darstellung nicht.

Auf den Bildeindruck kommt es an!

Entscheidend bei der Wahl des 720p-Formates waren letztlich umfangreiche Tests nach international genormten Standards, die vom Institut für Rundfunktechnik (IRT, München), der Europäischen Rundfunkunion (EBU, Genf) und dem ZDF unabhängig voneinander durchgeführt wurden. In den Tests wurden Probanden Bildinhalte in beiden HDTV-Bildformaten gezeigt, und wurde nach einer (subjektiven) Bildqualitätsbeurteilung gefragt. Aufgrund des natürlichen Auflösungsvermögens des menschlichen Auges wird die hohe Auflösung erst ab einer bestimmten Bildschirmgröße bzw. bei einem bestimmten Betrachtungsabstand erkennbar. Die genannten Tests berücksichtigten daher Bildschirmgrößen bis 50“ beim für HDTV üblichen Betrachtungsabstand, der die dreifache Bildhöhe beträgt.

² Die Darstellung des SD-Bildes entspricht der Ausstrahlung der Programme auf den digitalen SDTV-Verbreitungswegen im Seitenverhältnis 16:9.

Die Tests zeigen eindeutig, dass die im 720p-Format dargestellten Bilder dem Zuschauer bei gleicher Distributionsdatenrate besser gefallen. Die Empfehlung der EBU zum 720p-Format stützt sich auf diese Ergebnisse. Des Weiteren zeigt sich, dass sich progressive Bilder effizienter kodieren lassen: bei gleicher Datenrate kann also ein 720p-Bild mit höherer Qualität kodiert werden. Alternativ kann natürlich die Bandbreitensparnis in der Übertragung genutzt werden um mehr Programme in einem Kanal zu übertragen. In den Tests konnte dieser Vorteil für das 720p-Format verifiziert werden, da hierbei selbst bei etwas niedrigerer Datenrate als bei 1080i ein schärferer Bildeindruck übermittelt wird.

Welche HDTV-Formate außer 720p und 1080i gibt es noch?

Neben den beiden für die Fernsehausstrahlung geeigneten HDTV-Formaten 720p/50 und 1080i/25 gibt es zurzeit noch weitere HDTV-Formate, die ausschließlich für die Produktion von Filmen und Dokumentationen, nicht aber bspw. für Sportproduktionen geeignet sind. Diese Standards heißen 1080p/24 und 1080p/25 und werden heute vielfach für die Produktion von Filmen verwendet. Aus diesem Grund findet sich auch auf den meisten Blu-Ray Discs (HDTV-Nachfolger der DVD) eines dieser beiden Formate³.

³ Für den vollen Genuss solcher Inhalte: Die im Markt angebotenen Displays mit dem „HD-Ready 1080p“ Logo des Europäischen Industrieverbandes (EICTA) unterstützen alle HDTV-Formate (s. Anhang 3).

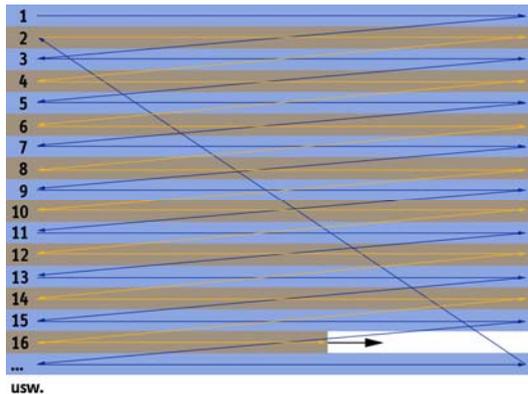
Anhang 1. Übersicht Fernsehstandards

- 576i/25 "Standard Fernsehen" (SDTV): Dieses Signal wird heute ausgestrahlt. Es arbeitet mit 576 Zeilen im interlaced Abtastformat und mit 25 Vollbildern pro Sekunde, die sich aber aus 50 Halbbildern zusammensetzen
- 1080i/25 "Hochauflösendes Fernsehen" (HDTV) mit 1080 Zeilen im interlaced Abtastformat und mit 25 Vollbildern pro Sekunde, die sich aber aus 50 Halbbildern zusammensetzen
- 720p/50 "Hochauflösendes Fernsehen" (HDTV) mit 720 Zeilen im progressiven Abtastformat und mit 50 Vollbildern pro Sekunde
- 1080p/24 "Hochauflösendes Fernsehen" (HDTV) mit 1080 Zeilen im progressiven Abtastformat und mit 24 Vollbildern pro Sekunde. Das ist dieselbe Anzahl Vollbilder wie beim Kinofilm. Dieses Format wird auch bei Blu-ray Discs benutzt.

Zur Schreibweise: aktive Zeilenzahl (hier: 576, 720 bzw. 1080) gefolgt vom Abtastformat (i oder p) und der Vollbildfrequenz (24, 25, 50)

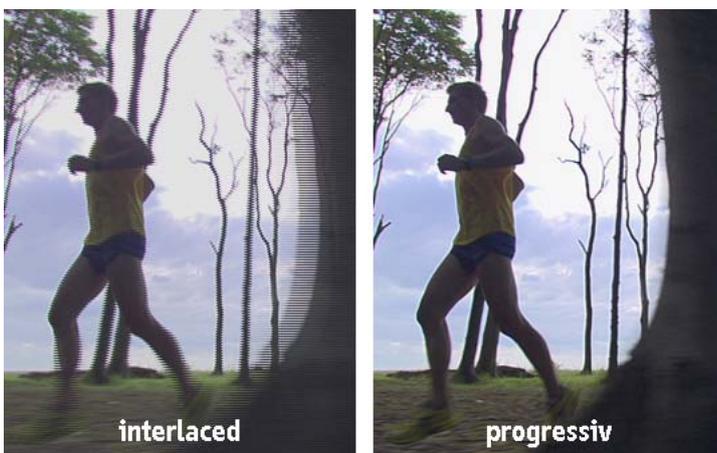
Anhang 2. Bildformate mit Halbbildern: historisch bedingt und suboptimal

Bei der Wiedergabe von bewegten Bildern wird die physiologische Eigenschaft des menschlichen Sehvermögens ausgenutzt, da sich durch die Trägheit des visuellen Systems Änderungen des Bildinhaltes zu einer Bewegung vermischen. Ab 16 bis 18 Einzelbildern pro Sekunde nimmt das menschliche Auge diese als bewegte Sequenz wahr. Eine flimmerfreie Wahrnehmung ist dagegen erst ab etwa 50 Bildern oder Halbbildern pro Sekunde gewährleistet⁴. Beim Kinofilm werden 24 Bilder pro Sekunde aufgenommen, beim Abspielen mit einem Kinoprojektor wird jedes Bild jedoch zweimal dargestellt, um das Flimmern zu vermindern.



Beim Zeilensprungverfahren ("interlaced"-Verfahren) wird jedes Bild in sogenannte Halbbilder aufgeteilt. Dabei werden in einem Halbbild die ungeraden Zeilen übertragen, im nächsten Halbbild dann die geraden Zeilen. Dieses Verfahren stammt noch aus der Zeit der Röhrenfernseher und ermöglichte die flimmerfreie Darstellung mit 50 Hz bei technisch bedingter Beschränkung der Übertragungsbandbreite.

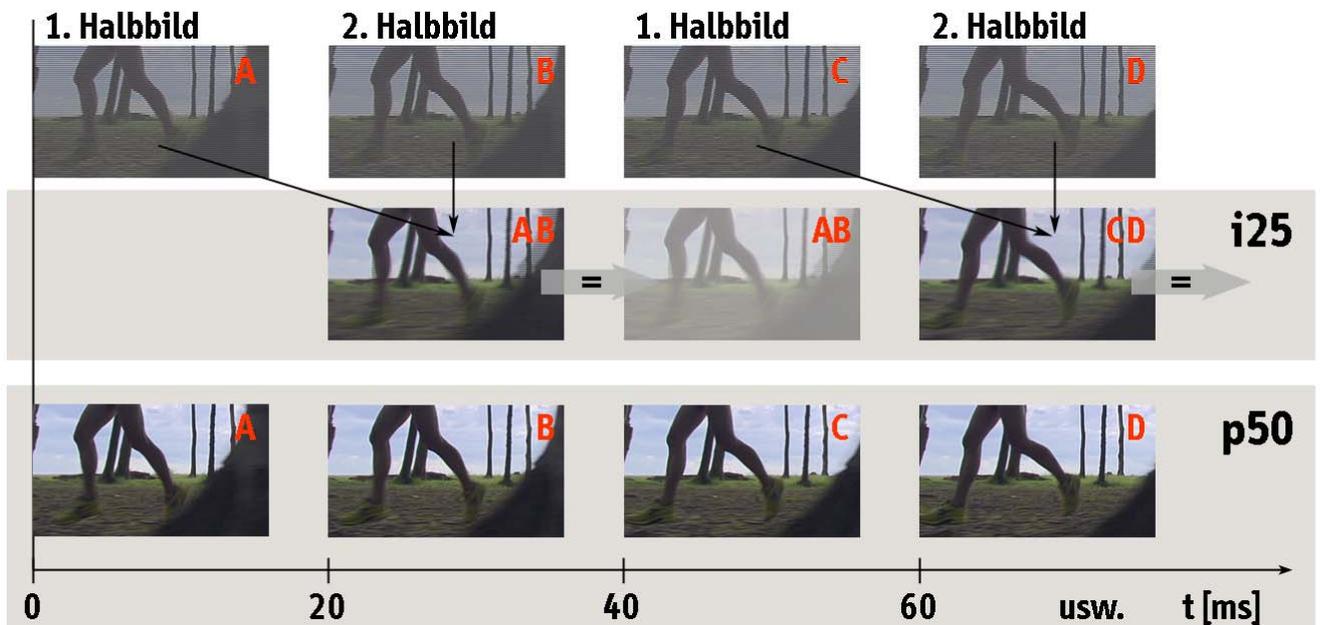
Eine Übertragung von 50 Vollbildern pro Sekunde war jedoch zur Zeit der Entwicklung des „Standard Fernsehens“ (SDTV) technisch nicht möglich, da die dafür notwendige Übertragungsbandbreite für die erzielte Auflösung nicht zur Verfügung stand. Um dennoch eine flimmerfreie Darstellung mit 50 Hz und ausreichender Auflösung zu ermöglichen, wird ein Kompromiss benutzt: man überträgt Halbbilder. Jedes Bild wird zeilenweise abgetastet; allerdings wird zu jedem Abtastzeitpunkt nur die Hälfte der Zeilen abgetastet. In einem Halbbild werden nur die ungeraden Zeilen abgetastet und übertragen; zum nächsten Abtastzeitpunkt, also zeitlich später (unterschiedliche Bewegungsphase), werden im zweiten Halbbild dann die geraden Zeilen abgetastet und übertragen. Im Empfänger werden diese Halbbilder wieder zu Vollbildern (25 pro Sekunde) zusammengefügt (vgl. Bild ganz unten „Gegenüberstellung interlaced vs. progressiv“). Hierdurch entstehen bei Bewegung und bei der Darstellung auf Flachdisplays Artefakte, die man als "Zähnen" an sich bewegenden senkrechten Elementen erkennen kann (siehe Baum und Läufer im Bild unten).



Bei der Darstellung eines Bildes bestehend aus zwei Halbbildern wirkt das Bild einer „bewegten“ Szene verwischt. Dies ist gut an der Baumkante im Vordergrund zu erkennen. Dieses Verfahren wird als Zeilensprungverfahren ("interlaced") bezeichnet (links). Rechts ist die progressive Darstellung zu sehen.

⁴ Anmerkung: Diese Aussage gilt bekanntlich nur für den mittleren Bereich des Blickwinkels. Am Randbereich nimmt das menschliche Auge Flimmereffekte mit weit höheren Wiederholffrequenzen wahr.

Bei klassischen Röhrenmonitoren machte das Nachleuchten zusammen mit der Trägheit des menschlichen Auges diesen Effekt kaum erkennbar. Bei Flachbildschirmen „verschmelzen“ die Halbbilder aus unterschiedlichen Bewegungsphasen dagegen nicht; vor allem bei der Darstellung von sich seitlich bewegenden Objekten und Kameraschwenks führt dies zu deutlicher Unschärfe und Bildartefakten. Bei Nutzung eines progressiven Bildformates (Vollbilder) treten diese Artefakte nicht auf.



Diese Grafik ist eine logische Gegenüberstellung der Verfahren interlaced (i25) und progressiv (p50). Hierbei bezeichnen die Buchstaben A-D die unterschiedlichen Bewegungsphasen, die am Fuß des Läufers sowie am Baum im Bild zu erkennen sind. Bei der Darstellung der einzelnen Halbbilder (erste Bildreihe) sieht man ein "Streifenmuster", d.h. jede zweite Zeile fehlt. In der Grafik ist eine schematische Darstellung verwendet worden, um den prinzipiellen Unterschied zwischen interlaced und progressiv zu verdeutlichen (viele Displays verwenden jedoch ein aufwändigeres Verfahren): Erstes (A bzw. C) und zweites Halbbild (B bzw. D) werden für die Darstellung auf einem progressiven Display durch De-interlacing miteinander zu einem Vollbild (AB bzw. CD) verkämmt (zweite Bildreihe) und ggf. im Display wiederholt (blasse Darstellung). Da die Bilder jedoch aus unterschiedlichen Bewegungsphasen kommen, werden Kammartefakte ("Zähnen") sichtbar. Beim progressiven Verfahren p50 (dritte Bildreihe) werden ausschließlich Vollbilder aus jeder Bewegungsphase übertragen. Kammartefakte gibt es hier deshalb nicht und die Bewegungsauflösung ist höher.

Anhang 3. HD ready? Oder doch "Full HD"?

Allein die beiden "HD ready"-Logos sind Qualitätssiegel der EICTA und werden für die Einhaltung bestimmter technischer Mindestanforderungen vergeben. Die verschiedenen "Full HD"-Label sind allesamt marketingstrategische Erfindungen der jeweiligen Hersteller, sagen aber gar nichts über die Leistungsmerkmale der Displays aus. "HD ready" dagegen garantiert u.a. eine Auflösung von mindestens 720 Zeilen im Breitbildformat und "HD ready 1080p" u.a. eine Auflösung von mindestens 1080 Zeilen.

Viele „HD ready“ Displays arbeiten momentan aber nicht mit einer nativen Auflösung (= pro Bildpunkt im Eingangsformat wird genau ein Pixel auf dem Display dargestellt), sondern skalieren das Bild auf die displayspezifische Auflösung oder sogar etwas größer mit einem zusätzlichen Sicherheitsrand (Overscan). Bei „HD ready 1080p“ Displays entfällt dieser Rechenvorgang unter Umständen für 1080i Signale (Darstellung ohne „Overscan“), für 720p Signale ist er immer erforderlich. Allerdings wird Bildqualität durch das Skalieren weniger beeinflusst als durch das De-Interlacing des 1080i-Signals. Somit gilt: mit welchem der beiden "HD ready"-Logos ein Display auch ausgezeichnet ist, beide Labels garantieren, dass sowohl 720p als auch 1080i dargestellt werden können.

	<p>HD ready Logo garantiert u.a. native 16:9-Auflösung von wenigstens 720 Zeilen</p> <p><u>Technische Details (nach EICTA):</u> Um mit dem HD ready Label ausgezeichnet zu werden muss das Display folgende Anforderungen erfüllen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Display <ul style="list-style-type: none"> • Die minimale native Auflösung des Displays ist 720 Zeilen im Breitbildformat 2. Schnittstellen <ul style="list-style-type: none"> • Das Display akzeptiert HD über folgende Eingänge: <ul style="list-style-type: none"> - Analog YPbPr (Komponenteneingang) und - DVI oder HDMI • HD-fähige Schnittstellen akzeptieren folgende HD-Videoformate: <ul style="list-style-type: none"> - 1280 x 720 @50 und 60 Hz progressiv ("720p") und - 1920 x 1080 @50 und 60 Hz interlaced ("1080i") • Die DVI- oder HDMI-Eingänge unterstützen Verschlüsselungsverfahren (HDCP)
	<p>HD ready 1080p Logo garantiert <u>zusätzlich</u> zu den Eigenschaften von HD ready u.a. native 16:9-Auflösung von wenigstens 1080 Zeilen</p> <p><u>Technische Details (nach EICTA):</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Display <ul style="list-style-type: none"> • Die minimale native Auflösung des Displays ist 1080 Zeilen. Das Display nutzt mindestens 1920 Pixel in horizontaler Richtung. • Das Display unterstützt alle verbindlich vorgeschriebenen Videoformate in korrekter, unverzerrter Darstellung. • Das Display besitzt einen Modus für eine Darstellung ohne Overscan / mit Underscan des gesamten Bildes der verbindlich vorgeschriebenen unterstützten HD Videoformate, die eine Auflösung von 1920 x 1080 (1080i, 1080p) habe und digital empfangen werden. • Das Display kann jedes der geforderten 1080p-Videoformate mit der gleichen oder höherer Bildwiederholrate darstellen. Dabei benutzt das Display mindestens 1080 Zeilen und mindestens 1920 Pixel in horizontaler Richtung 2. Schnittstellen <ul style="list-style-type: none"> • Das Display akzeptiert HD über folgende Eingänge: <ul style="list-style-type: none"> - Analog YPbPr (Komponenteneingang) und - DVI oder HDMI • Der analoge HD-fähige Eingang (YPbPr) akzeptiert die folgenden HD-Videoformate <ul style="list-style-type: none"> - 1280 x 720 @50 und 60 Hz progressiv ("720p") - 1920 x 1080 @50 und 60 Hz interlaced ("1080i") • Der digitale HD-fähige Eingang (DVI oder HDMI) akzeptiert die folgenden Videoformate <ul style="list-style-type: none"> - 1280 x 720 @50 und 60 Hz progressiv ("720p") und - 1920 x 1080 @50 und 60 Hz interlaced ("1080i") und - 1920 x 1080 @24 und 50 und 60 Hz progressiv ("1080p") • Der digitale HD-fähige Eingang (DVI oder HDMI) unterstützt Verschlüsselungsverfahren (HDCP)