

3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung



3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

Historischer Überblick ←

Filmformate

Aufnahme und Wiedergabe

Filmton

Digitales Kino

3.6 Analoge TV- und Videotechnik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7. Auflage,

Franzis-Verlag 2002

Der erste Kuss im Film...

Öffentliche Aufführungen
aufgenommener Bewegtbilder
ab April 1894 in New York

„Edison Parlor“

„What the butler saw“ Machines

Extrem kurze Filmsequenzen, bereits
kommerziell genutzt



Mutoscope ad 1899
(Wikipedia)

Öffentliche Filmprojektion (Kino) in Berlin



Brüder Skladanowsky, November 1895

Erstes Kino in Deutschland

Bioskop: Doppelprojektor mit
Überblendeffekt

Problematisch durch Trennen des Materials
in zwei Bildströme

Brüder Lumière erst im Dezember des
gleichen Jahres...

... aber mit besseren
techn. Lösungen!

“cinematograph”



Geschichte der Filmtechnik

Entwicklung der Fototechnik (ab 1826: Daguerrotypie)

Zunehmend lichtstarke Objektive

Zunehmend empfindlicheres Aufnahmematerial

1888: Erste flexible Schichtträger (Rollfilm, „Film“)

Thomas Alva Edison, 1891: Kinematograph/Kinematoskop

Film mit ca. 15 Bilder pro Sekunde durch Perforation transportiert

Noch keine Projektion

Gebrüder Lumière, Dezember 1895: Cinematograph

Kamera und Projektor in einem Gerät

Filmstreifen mit Greifer transportiert, steht kurz still,

Lichtweg während Transport abgedunkelt

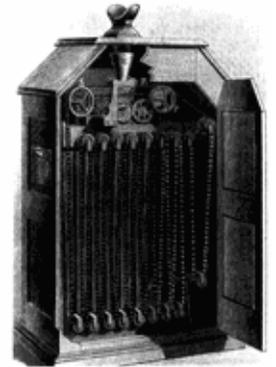
→ Technische Basis des Kinofilms bis heute!

1897: Kommerzielle Filmproduktion (Gebrüder Pathé)

1902: Erste Filmtricks (Doppelbelichtung)

1907: Erster Animationsfilm

1909: Standardisierung des 35mm-Filmformats



Stummfilm mit Musik

Ein Stummfilm-Pianist bei der Arbeit (1913)



1913

Gerhard Gruber
2007
www.filmmusik.at



Geschichte des Tonfilms

Film war zunächst Stummfilm - aber meist von Ton begleitet!

Z.B. Live-Musikbegleitung oder -Kommentator

Emil Berliner, 1887: Nadeltonverfahren (Grammophon)

Erster Tonfilm mit Nadeltontechnik 1927: „The Jazz Singer“

→ Synchronisationsprobleme schwer zu beherrschen

„Lichtton“: Tonsignal durch Schwärzung einer Tonspur auf dem Film

Fa. Triergon, 1922:

Patentiertes Lichttonsystem (an die USA verkauft)

Ab ca. 1930: Dominanz des Tonfilms

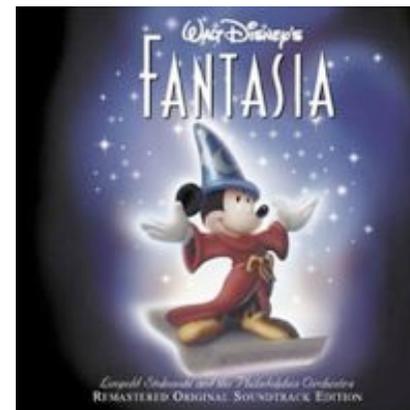
... Und starke Dominanz von „Hollywood“
und der englischen Sprache

Mehrkanalton

Erstmals in Disneys „Fantasia“ (1940)

Dolby-Stereo 1975

Dolby-Digital 1992



Geschichte des Farbfilms (1)

Film war zunächst Schwarz/Weiss
Teilweise handkolorierte Filme



Pathé Color, 1905



The Last Days of Pompeji, 1926

Geschichte des Farbfilms (2)

Zweifarb-Technik (Orange, Blaugrün):

1915 noch separate Streifen,
ab 1922 auf einem Streifen kombiniert
(„Cinecolor“)

Dreifarb-Technik („Technicolor“ ab 1935):

Drei Filme unter Färbung übereinander gedruckt
Anfangs extrem teuer

„Chromogene Entwicklung“
(Entstehung von Farbstoffen)

Basiserfindung von Fischer, 1912

Kodachrome-Verfahren (1935, USA)

Agfacolor-Verfahren (1936, Deutschland), einfacher

Nach dem zweiten Weltkrieg Patente
freigegeben und in „Eastman-Color“ sowie
Fuji-Film verwendet



Becky Sharp, 1935

Zwei-Farben-System: Clip von 1930



„Animal Crackers“ http://www.marx-brothers.org/mov4_Animal_Crackers.html

3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung



3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

Historischer Überblick

Filmformate



Aufnahme und Wiedergabe

Filmton

Digitales Kino

3.6 Analoge TV- und Videotechnik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7. Auflage,

Franzis-Verlag 2002

Filmformate

Filmbreiten:

Breitester verwendeter Film 70 mm

Nur noch für Spezialkinos (IMAX etc.)

Aufnahmefilm dazu 65 mm

Halbierung: Standardformat 35 mm

Kleinere Filmbreiten, konzipiert für den
Amateurbereich:

16 mm: kostengünstig, verbreitet als
Schulungstechnik und für Billigproduktionen
(„Blow-Up“-Kopie auf 35 mm möglich)

8 mm: hohe Verbreitung in den 70er und 80er
Jahren als Amateurformat

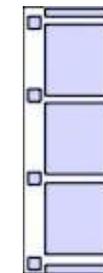
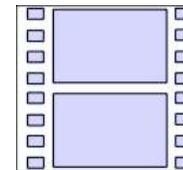
Perforation:

Beidseitig, 4 Löcher pro Bild bei 35 mm

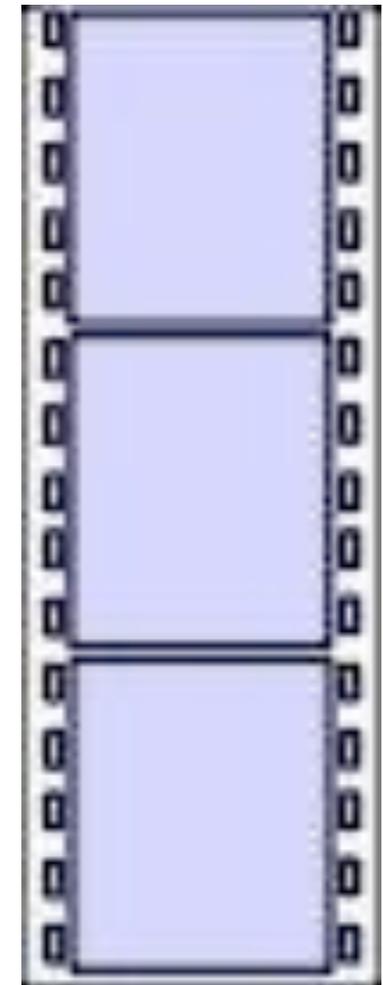
Einseitige Perforation bei kleinen Filmbreiten

70 mm

35 mm



16 mm



Bildfeldgrößen

Nutzbarer Platz zwischen Perforation bei 35 mm-Film:
25,4 mm

Stummfilmzeit: 24 x 18 mm
(vgl. Kleinbildformat 24 x 36 mm)

Tonfilm (Platz für Tonspur): 22 x 16 mm

Bildfeldabstand 19 mm (damit 16 Bilder je *foot*)

Bildseitenverhältnis 1,37:1 (*Academy-Format*)

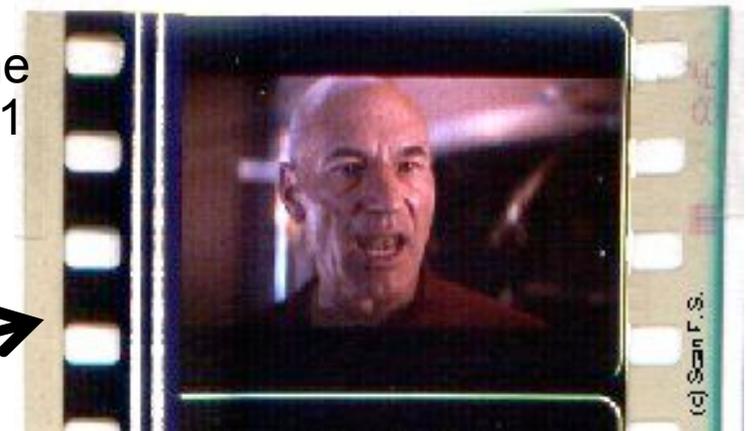
Vollbildformat (*full frame*, „Super 35“): 24,9 x 18,7 mm

Bildseitenverhältnis 1,33:1 bzw. 4:3 (Standard-TV)

Breitbildformate:

„Cinemascope“ (und ähnliche Verfahren):
horizontale Stauchung des Bildes bei Aufnahme
oder Zwischenkopie, Bildseitenverhältnis 2,35:1

Moderne Breitbildverfahren ohne Stauchung:
in vertikaler Richtung kleineres Format genutzt
(Maskierung), Bildseitenverhältnis: 1,66:1
(Europa), 1,85:1 (USA, „Spielberg-Format“)



Vergleich verschiedener Bildformate



1,33:1 = 4:3 = Std-TV = Full Frame

1,375:1 = Academy

1,5:1 = 3:2 = KB

1,66:1 = Breitbild Euro

1,78:1 = 16:9 = Breit-TV

1,85:1 = Breitbild US

2,35:1 = Cinemascope

Bildfeldanpassung

Prinzipielle Optionen, wenn Ausgabegerät nicht dem Film-Bildfeld entspricht (z.B. bei DVD-Wiedergabe über TV-/Computermonitor):

Option 1: **Letterbox**

Bild zeigt schwarze Streifen oben und unten

Relativ gut akzeptiert trotz oft starker Verkleinerung der Bildfläche

Option 2: **Pan and Scan**

Bildwiedergabe ohne Randstreifen

Wichtigster Ausschnitt wird gezeigt

Wegen Informationsverlust nur schwer an Benutzer vermittelbar

Option 3: **Original**

Nicht immer möglich

Wenn das Aufnahme-Originalformat noch zur Verfügung steht, kann es für das Wiedergabegerät besser geeignet sein

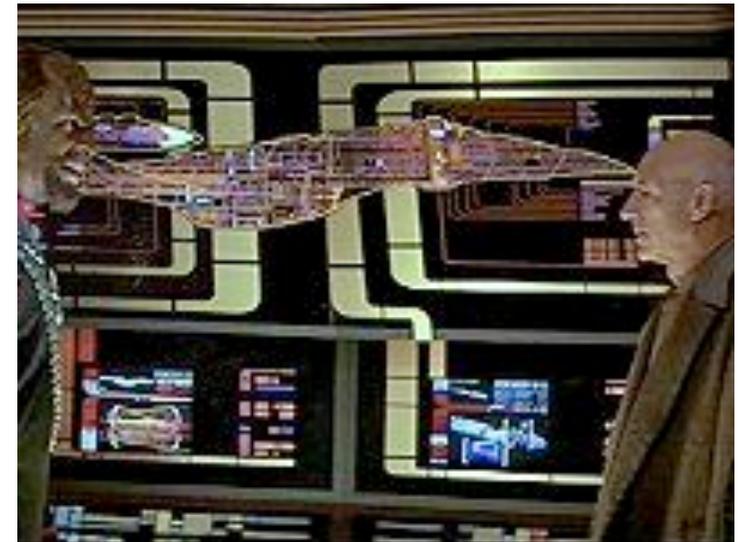
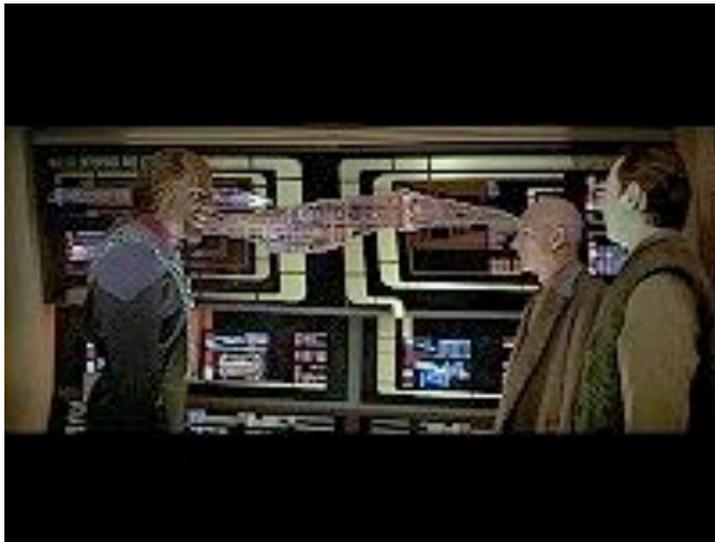
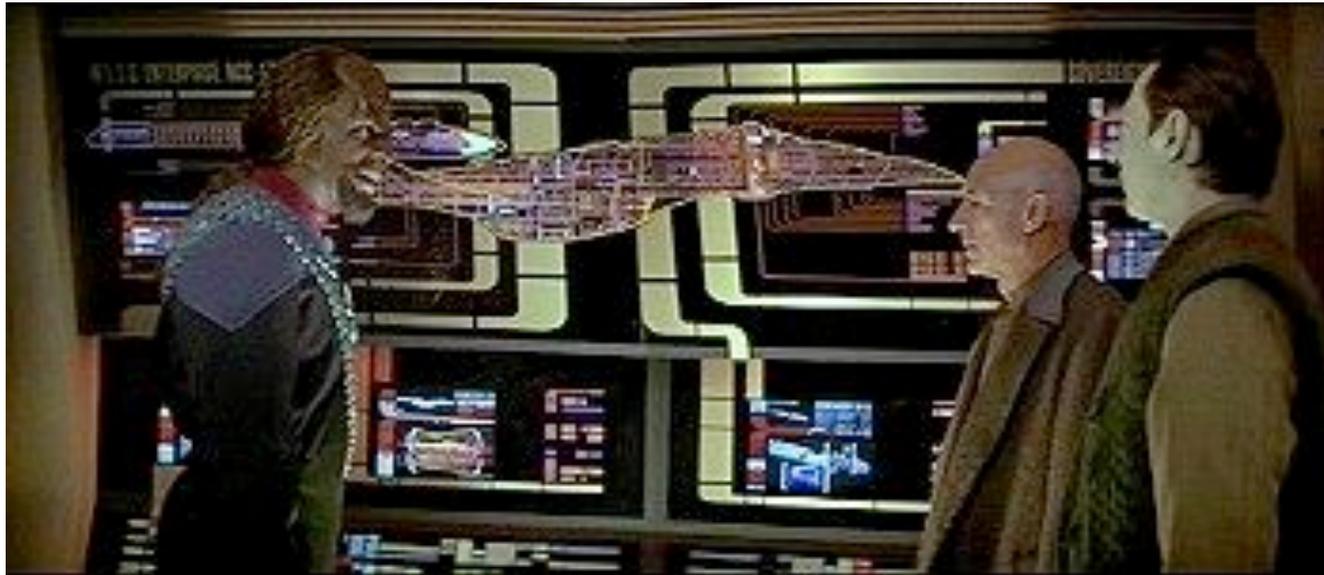
Z.B. Originalaufnahme Academy-Format, nachträglich beschnitten zu Breitbild

Dann z.B. bei der TV-Wiedergabe *mehr* Bildinformation als im Kino

Letterbox vs. Pan&Scan



Cinemascope am 4:3-TV-Gerät



3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung



3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

Historischer Überblick

Filmformate

Aufnahme und Wiedergabe ←

Filmtone

Digitales Kino

3.6 Analoge TV- und Videotechnik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7. Auflage,

Franzis-Verlag 2002

Von der Foto- zur Filmkamera

Viele Komponenten sind identisch:

Grundlegendes Aufnahmeprinzip

Fokussierung

Manuell oder „Autofocus“

Objektiv

Insbesondere Brennweiteinstellung
(Zoom)

Blende

Zusammenhang zur Schärfentiefe

Lichtempfindlichkeit, Farbtemperatur etc.



Entscheidende Unterschiede:

Filmtransport ist bei Filmkamera kontinuierlich

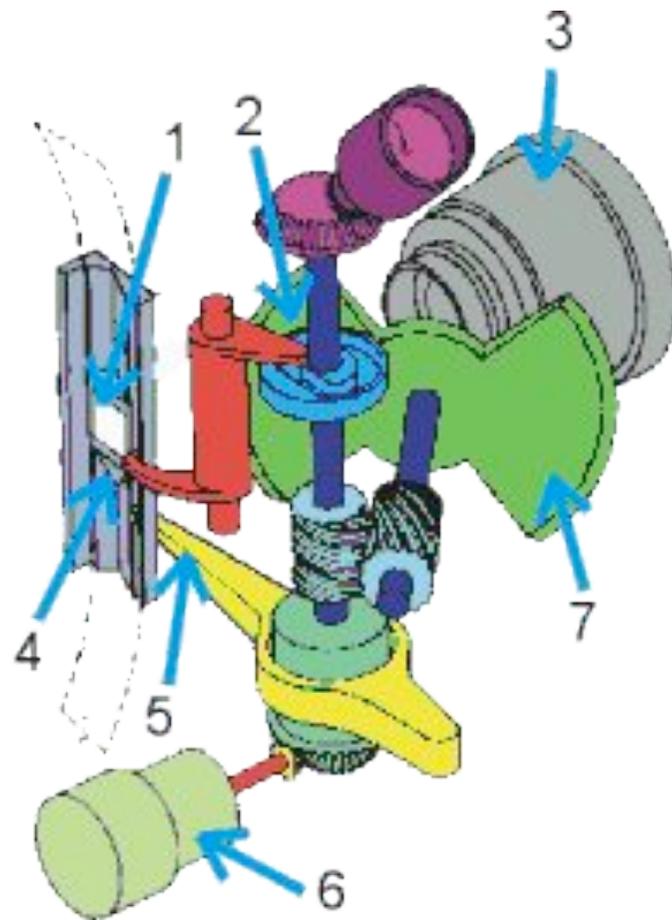
Verschluss funktioniert bei Filmkamera anders

Umlauf-Verschluss, oft irreführenderweise „Umlaufblende“ genannt

Filmkamera: Filmtransport

Filmtransport durch Greifer-Schaltwerk (*Movement*):

Mit gleichmäßigem Tempo und genau definierten Stillstandszeiten
Toleranz: $1/2000$ der Bildhöhe, d.h. bei 16 mm Format 0,0037 mm



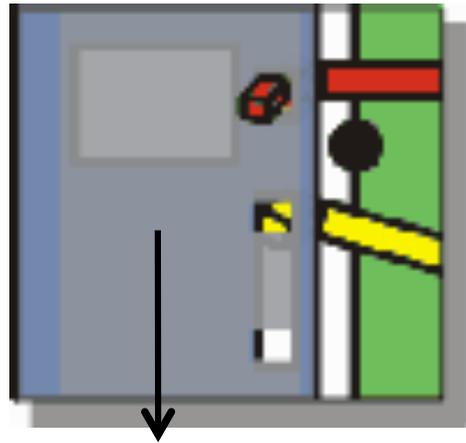
Beispiel:

ARRI ST-16 Schaltwerk

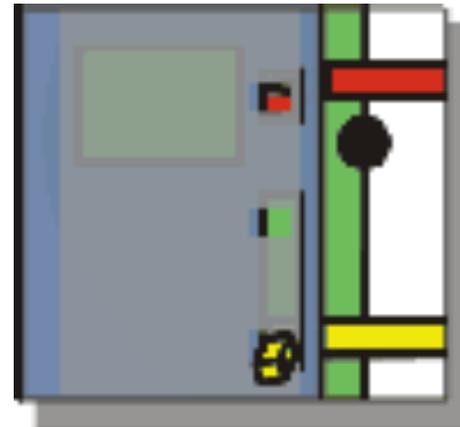
- 1 Bildfenster
- 2 Schneckengang für Sperrgreifer
- 3 Objektiv
- 4 Sperrgreifer
- 5 Transportgreifer
- 6 Antriebsmotor
- 7 Spiegelumlaufblende (siehe später)

<http://www.filmtechnik-online.de>

Einzelphasen des Filmtransports



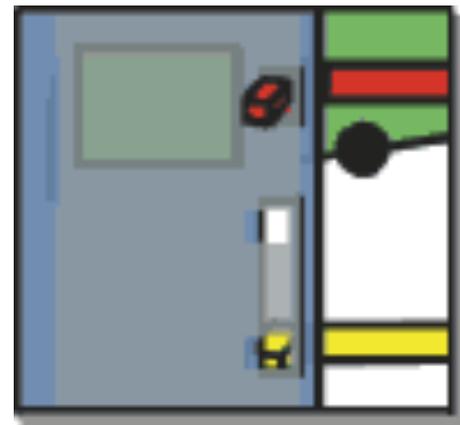
Phase 1
(Belichtung)



Phase 3
(Transport)



Phase 2
(Anfang
Transport)



Phase 4
(Fixierung)

Umlaufverschluss

Rotierende Abdeckung für den Lichtkanal („Umlaufblende“)

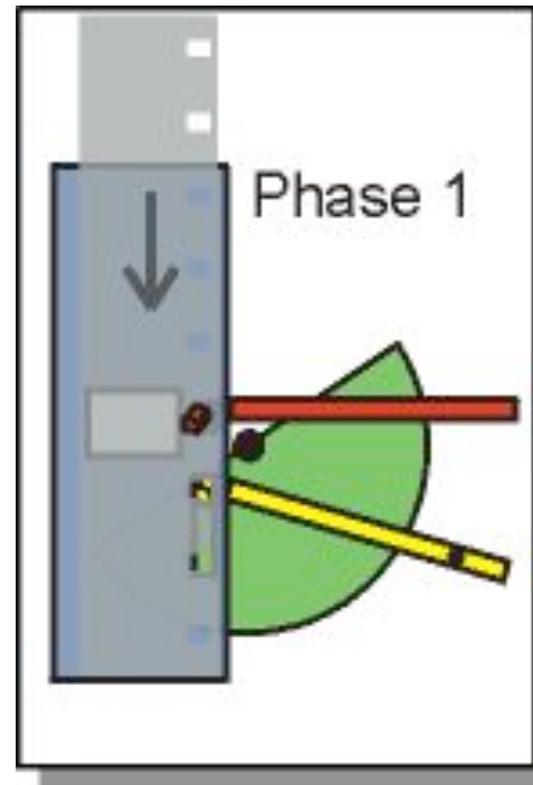
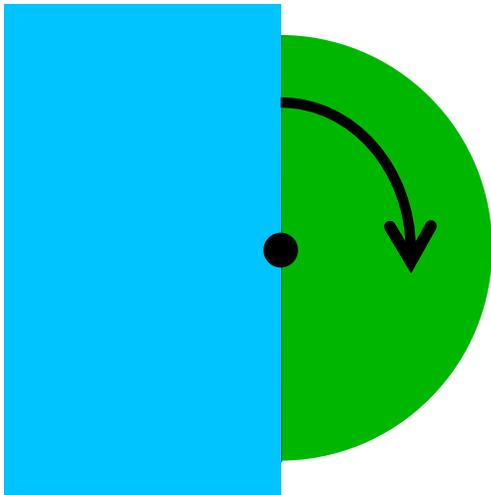
Deckt Lichtweg während Filmtransportphase ab

Genau mit dem Greiferwerk synchronisiert

„Hellsektor“ = offener Teil der Blende

Meist 180° oder weniger

Kann bei aufwändigen Kameras in der Grösse verringert werden



Bildwechselfrequenz

Vorteil klassischer Filmkameras:

Bildwechselfrequenz im Prinzip stufenlos einstellbar

Wichtigste Bildwechselfrequenzen:

24 Hz, 25 Hz, 29,97 Hz und 30 Hz

Standardwert für Filmaufnahmen: 24 Hz (d.h. Bilder/s)

Belichtungszeitberechnung:

(b = Bildwechselfrequenz, α = Hellsektor)
$$t = \frac{1}{b} \times \frac{\alpha}{360}$$

Bei $b = 24$ Hz, $\alpha = 180^\circ$: 1/48 s

- Gründe für die Verringerung des Hellsektors:
 - Kürzere Belichtungszeit pro Bild vermeidet Bewegungsunschärfe bei schnell bewegten Objekten
 - Anpassung an mit 50 Hz oder 60 Hz (Netzfrequenz) schwingende Lichtquellen zur Vermeidung von Interferenzen („Schwebungen“ = Flackern)

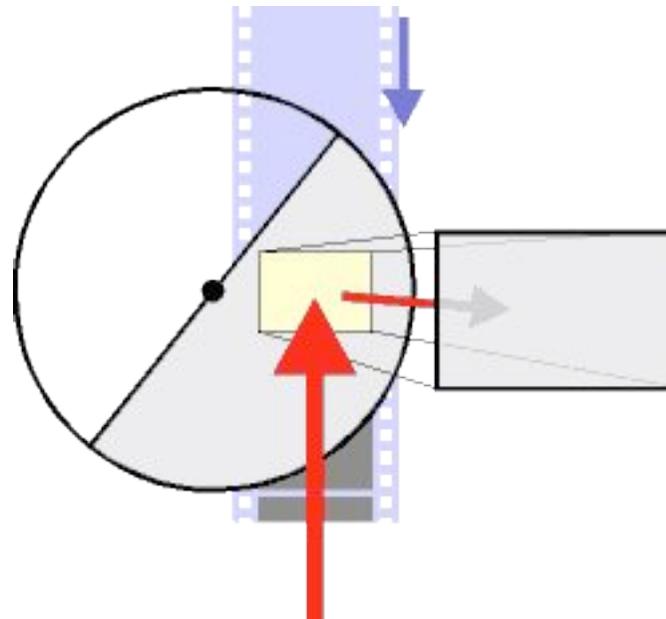
Spiegelreflex-Filmkamas

Bildbetrachtung aus der gleichen Perspektive wie der Film während der Aufnahme

Idee:

Umlaufblende verspiegelt:
reflektiert Licht während der Verdunklungsphase auf die Sucher-
Mattscheibe

Permanentes Sucherbild wegen 24 B/s Wiederholffrequenz
keine Verdunklung während der Aufnahme wie bei der Fotokamera



Filmprojektion

24 Bilder/Sekunde:

genügen, um Bewegungsillusion zu erreichen

Dennoch nimmt der menschliche Betrachter „Grossflächenflimmern“ wahr

48 Bilder/Sekunde:

Bewegungsillusion *und* kaum mehr wahrnehmbares Flimmern

Technischer „Trick“:

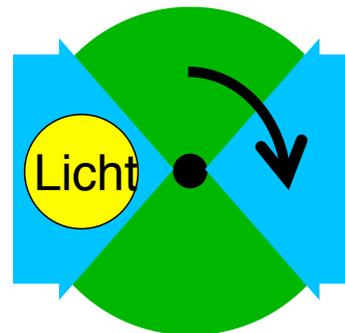
Jedes Bild wird *zweimal* gezeigt

Bildwechselfrequenz 24 Hz, aber Hell-/Dunkel-Frequenz 48 Hz

Einfache technische Realisierung durch

Umlaufblende mit zwei gegenüberliegenden Hellsektoren
(symmetrische Teilung), oder

Umlaufblende mit doppelter Geschwindigkeit im Vergleich zur Aufnahme



Praktisches Beispiel zur Projektionstechnik

Zitat aus einem Werbetext:

ERNEMANN® 15 5000

Das Sondermodell ERNEMANN® 15 5000 entspricht in der Ausstattung dem o.g. Projektor, allerdings zusätzlich mit integrierter elektronisch geregelter **5000 Meter Langlaufeinrichtung**. Das Modell ist sehr kompakt und damit platzsparend. Daher beschränken sich die Einsatzmöglichkeiten des Projektors nicht nur auf den stationären Betrieb, wenn im Vorführraum kein Platz für einen Filmteller vorhanden ist, sondern das Gerät wird auch gern im Rahmen spezieller Filmvorführungen wie **Open Air Kino**, Filmpremieren und ähnlichen Veranstaltungen eingesetzt. Die Filmzugregelung ist besonders filmschonend, sowohl während der Projektion, als auch während des Umspulbetriebes. Auch dieser Projektor wird ausschliesslich luftgekühlt, ein **Wasserkühlsystem** ist nicht erforderlich.



3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung



3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

Historischer Überblick

Filmformate

Aufnahme und Wiedergabe

Filmton ←

Digitales Kino

3.6 Analoge TV- und Videotechnik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7. Auflage,

Franzis-Verlag 2002

Filmton

Ton bei der Filmaufnahme

Wird normalerweise getrennt verarbeitet („gemischt“ und „geschnitten“)

Deshalb separate Aufnahme von Bild und Ton sinnvoll

Meist separate magnetische Tonaufzeichnung („SEPMAG“)

Synchronisationssignale nötig (siehe unten)

Ton bei der Filmwiedergabe

Strikte Synchronisation unabdingbar

Leichte Kopierbarkeit wichtig

Deshalb meist gemeinsames Medium für Bild und Ton

Entweder Magnetspur auf dem Film („COMMAG“)

Oder optisch codierte Tonspur auf dem Film („COMOPT“)

Kinotechnik

Wie sehen die Projektions- und Audio-Anlagen in Kinos aus?
(Bilder: Royal München und Frank Schiele, Stuttgart)



Synchronisation Bild-Ton: Die Klappe



Klappe (*slate*):

klassisches Synchronisationshilfsmittel

Trotz elektronischer Synchronisationshilfsmittel immer noch stets verwendet

Liefert Synchronisationssignal und Zusatzinformation zur jeweiligen Aufnahme (*Take*):

Z.B. Produktionsname, Szenennummer, Takenummer

Idee der Synchronisation durch Klappe:

Schlagen der Klappe im Bild deutlich zu erkennen *und* in der Tonspur deutlich zu hören

Schlussklappe:

Wird eingesetzt, wenn Startklappe nicht möglich

Ansage und kopfstehende Klappe

Timecode

Binärer Code zur Zuordnung aller Bestandteile (z.B. Bild, Ton) zum Ablauf einer Szene

Schon während der Produktion aufgezeichnet

Häufiger Standard-Code: SMPTE

80 Bit/Vollbild

"Bi-Phase Mark"-Codierung:

0 = Ein Wechsel On/Off, 1 = Zwei Wechsel On/Off (pro Zeiteinheit)

Ähnlich zu Ton, auf Tonspur untergebracht

Fest zugewiesen (Binärcodierung):

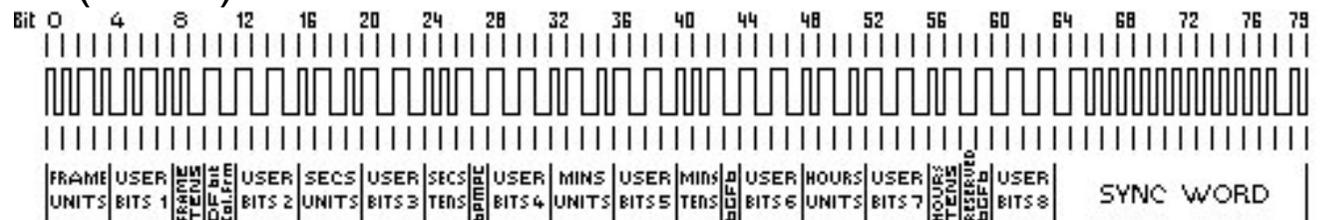
Bildnummer (bis 24), Sekundenzähler (bis 60), Minutenzähler (bis 60),
Stundenzähler (bis 39)

Zusätzlich:

Benutzer-Bits (z.B. Szenennummer, Datum/Uhrzeit)

Unbelegte Bits

Synchronisationswort (15 Bit)



Magnetton

Spezielle Anforderungen des Films an magnetische Tonaufzeichnung:

Viele parallele Kanäle: bereits in den 50er Jahren 4-Kanalton!

Synchronisation mit dem Bild

Klassische Technik in der Filmtombearbeitung: „Perfoband“

Film als Tonträger, der mehrere parallele Tonspuren (aber kein Bild!) enthält

Identisch perforiert wie das Filmmaterial, dadurch leichte Synchronisation
(mechanisch)

70mm-Magnetton:

Bis zu 6 Tonspuren am Rande des Bilds und der Perforation

Analoger Lichtton

Elektrisches Audiosignal umgesetzt in ,
Schwärzung von Filmmaterial

Analoge oder digitale Codierung möglich

- *Intensitätsschrift:*

Signalintensität analog durch Schwärzung (Graustufen)
codiert

Heute nicht mehr üblich

- *Transversalschrift:*

Signalintensität analog durch „Zacken“ codiert

Reines Schwarz-/Weiss-Signal

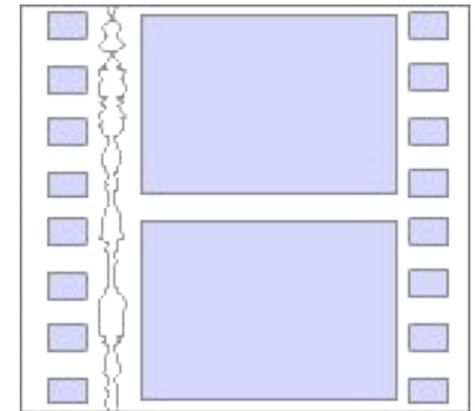
Erzeugung elektromechanisch:

Zackenblende über Spalt

Moderne Weiterentwicklungen:

Laser-Lichttonkamera

Für Stereoton zwei Lichtspuren



Raumklang: Dolby-Stereo

Kombination eines Rauschunterdrückungsverfahrens (Kompander) mit Raumklangeffekten

Zwei analoge Lichttonspuren

Informationen für zwei weitere Kanäle verschlüsselt im Stereosignal enthalten

Weitere Kanäle:

Surround

(meist von mehreren Lautsprechern hinter dem Zuhörer wiedergegeben)

Center (aus der Leinwandrichtung)

Codierung:

Surround- und Centersignal werden in der Dynamik komprimiert

Beide Signale werden beiden Stereokanälen zugemischt

Centersignal unverändert ($C = L + R$)

Surroundsignal mit einer Phasenverschiebung $+90^\circ$ links, -90° rechts ($S = L - R$), auf tiefe/mittlere Frequenzen bandbegrenzt

Bei Monowiedergabe: Surround-Signal verschwindet durch Interferenz

Digitaler Lichtton: Dolby Digital (SR-D)

Grundanforderung: Kompatibilität mit analoger Abspielung

D.h. auf Filmen grundsätzlich mindestens zwei analoge Lichttonspuren
zusätzlich zum digitalen Signal

Realisierung:

Genutzte Zusatzfläche: Zwischen den Perforationslöchern

76 x 76 Punkte-Matrix, ergibt 554 kbit/s

Kompression nach AC3-Verfahren (ähnlich MP3)

Damit 6-Kanalton realisierbar

(5.1: Left, Center, Right, Left Surround, Right Surround, Subwoofer)

Aktuelle Weiterentwicklungen:

Dolby-Digital EX:

7-Kanal-Ton (6.1) mit zusätzlichem „Back Surround“-Kanal

Übertragung von Metadaten



Dolby-Digital-Kanalkonfigurationen

Übliche Bezeichnung in Form $x / y.z$

- x = Anzahl Kanäle „von vorn“
- y = Anzahl Kanäle „von hinten“
- z = Anzahl Kanäle für „Low Frequency Effects“ (LFE, Subwoofer)

(Oft x und y zu einer Summe zusammengefasst)

1/0	Mono
2/0	Stereo
2.1/0	Stereo mit Subwoofer
3/0	Left - Center - Right
3/1	Left - Center - Right - Surround
2/2	Left - Right - Left Surround - Right Surround (Quadro)
3/2.1	Left - Center - Right - Left Surround - Right Surround - Subwoofer

Weitere Digital-Tonverfahren: DTS, SDDS

Digital Theatre Sound (DTS):

Arbeitet mit vom Film getrenntem Tonträger

Doppel-CD-ROM mit sechs komprimierten Audiokanälen
(geringer komprimiert als bei Dolby-Digital)

Film enthält nur schmale Steuerspur
(neben den beiden analogen Lichtton-Spuren)

1993: Jurassic Park



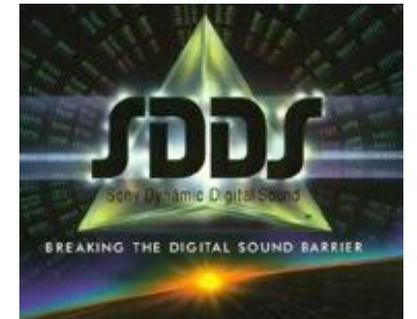
Sony Dynamic Digital Sound (SDDS):

Lichtton-Codierung auf Spuren an den Filmrändern
ausserhalb der Perforation

Acht Audiokanäle (7.1):

Left – Half Left – Center – Half Right – Right –
Left Surround – Right Surround – Subwoofer

1993: Last Action Hero

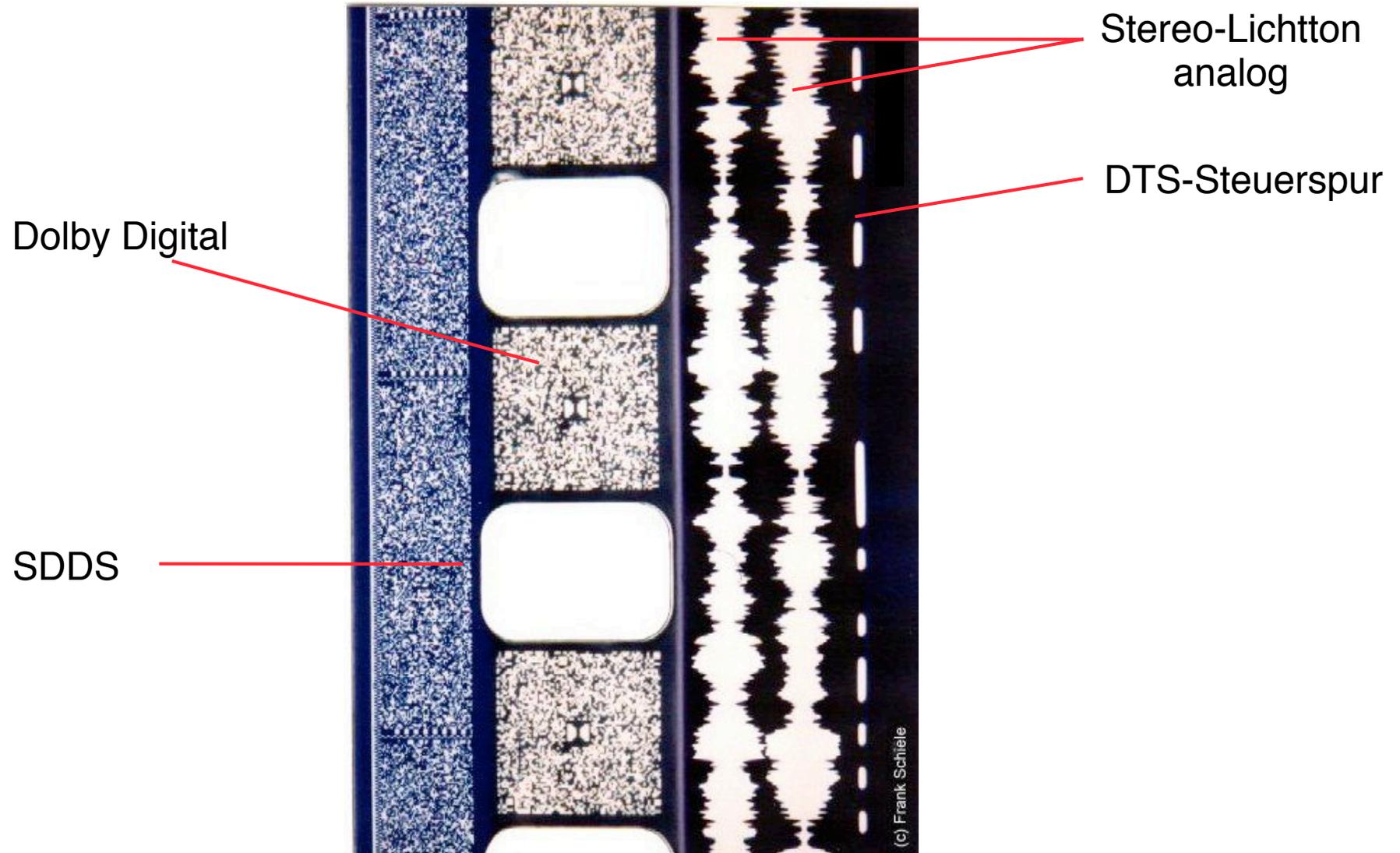


Und was ist „THX“?

- *Tomlinson Holman Experiments*
- *Kein* Tonaufzeichnungsverfahren, sondern genaue Definition elektroakustischer Parameter für den Vorführraum und andere Einflussgrößen (Lucas Film)
- Heutzutage Firma, Verkauf von Qualitätssiegeln



Viele Tonspuren auf einem Film



(c) Frank Schiele

3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung



3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

Historischer Überblick

Filmformate

Aufnahme und Wiedergabe

Filmtone

Digitales Kino ←

3.6 Analoge TV- und Videotechnik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7. Auflage,

Franzis-Verlag 2002

Digitale Kinokameras

Kameras mit digitalem Sensor
als Ersatz für 35- und 16-mm-Filmkameras

1999: Sony HDCAM ("CineAlta")

Produktionssystem zur digitalen Produktion von Kinofilmen und HDTV
Kamera HDW-700A (1999): 3 Sensoren mit 2,2 Megapixel, 1920x1080

Aktuell: CineAlta F23, Auflösung 1920x1080 unkomprimiert (4:4:4)

2005: Markteintritt von "RED" (hochauflösende Kameras)

Seit 2007 ist die Mehrheit der verkauften Kinokameras digital
Dennoch langsame Marktdurchdringung wegen sehr hoher Preise

2009: Kamera-Oscar an *Slumdog Millionaire*
größtenteils digital gefilmt

2010: *Avatar* Erfolgreichster Film
der Filmgeschichte
rein digital produziert



HD Cinema: Auflösung

Grundsätzlich alle Formate im "progressive scan" (siehe später)

HD-TV: 1920 x 1080 px

2K: 2048 px horizontal, vertikale Auflösung je nach Format

3K: 3072 px horizontal, vertikale Auflösung je nach Format

4K: 4096 px horizontal, vertikale Auflösung je nach Format

28K: 28000 px horizontal, vertikale Auflösung je nach Format

Common Digital Cinema Formats

relative pixel dimension comparison at 2.39:1 aspect ratio
(1080p and 720p formats letterboxed)



approximately 1/8 of actual pixel dimensions

Kamerabeispiele

"RED ONE" (2007):

4520 x 2540 px (4K+)

60 Bilder/s unkomprimiert

Anschluss für 16mm- und 35mm-Optik



"RED EPIC" (2010):

28000 x 9334 px (28K)

Extrem modulares System

Ausbaubar zu 3D IMAX Aufn

(Basispreis ca. 55.000 US-\$)



Digitales Kino

Literatur: DCI Specification (www.dcimovies.com, 2008)

- Digitale Filmkameras seit ca. 2000 verfügbar
- Digitale Postproduktion weit verbreitet
 - Teilweise seit den 1980ern („The Abyss“)
 - Komplette digitale Postproduktion seit ~2000 (+ „Toy Story“, 1995)
 - Komplette digitale Produktion ("Avatar", 2010)

⇒ nächster logischer Schritt: Digitale Distribution und Projektion

- Hindernisse:
 - Henne-Ei-Problem
 - Technik veraltet schnell
 - Sicherheit (Raubkopien, DRM)
 - Zuverlässigkeit
 - Wer zahlt?
(Kostenvorteile für die einzelnen Verleiher, Ausgaben für Kinos)
 - Wer macht's? (Distributionsinfrastruktur, Abrechnung)

Produktions- und Distributionskette

Filmproduktion → Verleih → Kinobetreiber

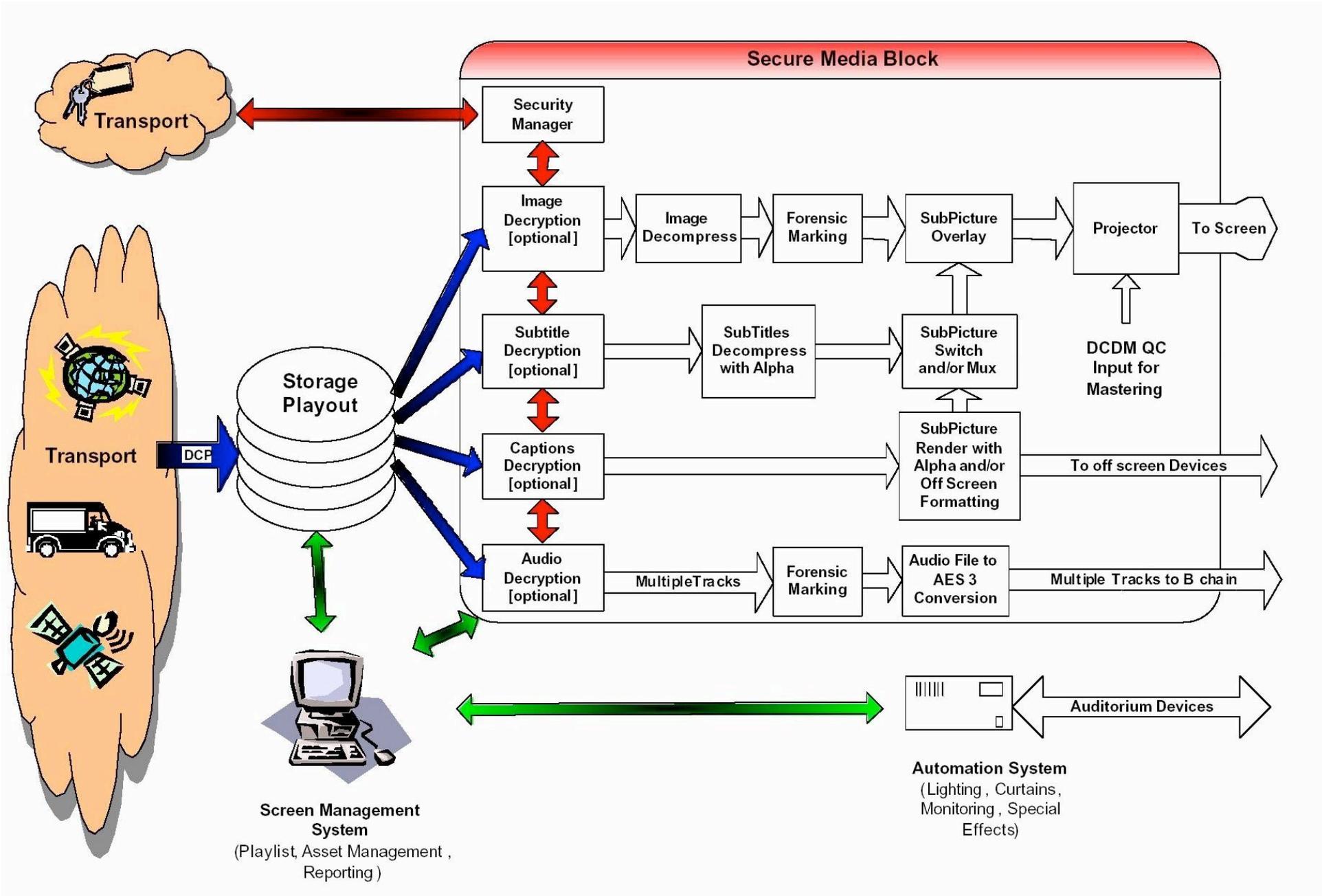
Filmproduktion → Verleih → **Intermediär** → Kinobetreiber

Produktion des Films	Vorfinanzierung	Betrieb Playout-Center
	Promotion	Betrieb Datennetze
	Lokalisierung	Vermietung / Wartung der Kinotechnik
	klassisch:	Abrechnung
	Kopienerstellung	
	Kopienversand	

DCI-Spezifikation

- Von der Digital Cinema Initiative (DCI) entworfen: DCSM -> DCDM
 - Disney, Fox, (MGM), Paramount, Sony, Universal, Warner Bros
- Umfassender Standard einer Vertriebs- und Produktionskette für Digitales Kino
- Letzte Version: 1.2 (März 2008, Errata März 2009)
- Baut auf existierenden Standards auf:
 - MXF (Container)
 - AES (Verschlüsselung)
 - HMAC-SHA-1 (Signatur)
 - JPEG 2000 (Bildkompression)
- Kinobetreiber-freundlich
 - “control lightly, audit tightly”
 - Technik soll nicht erneuert werden müssen
 - Hohe Stabilität (Offline-Betrieb, Fehlertoleranz)

Distributionskette und Secure Media Block



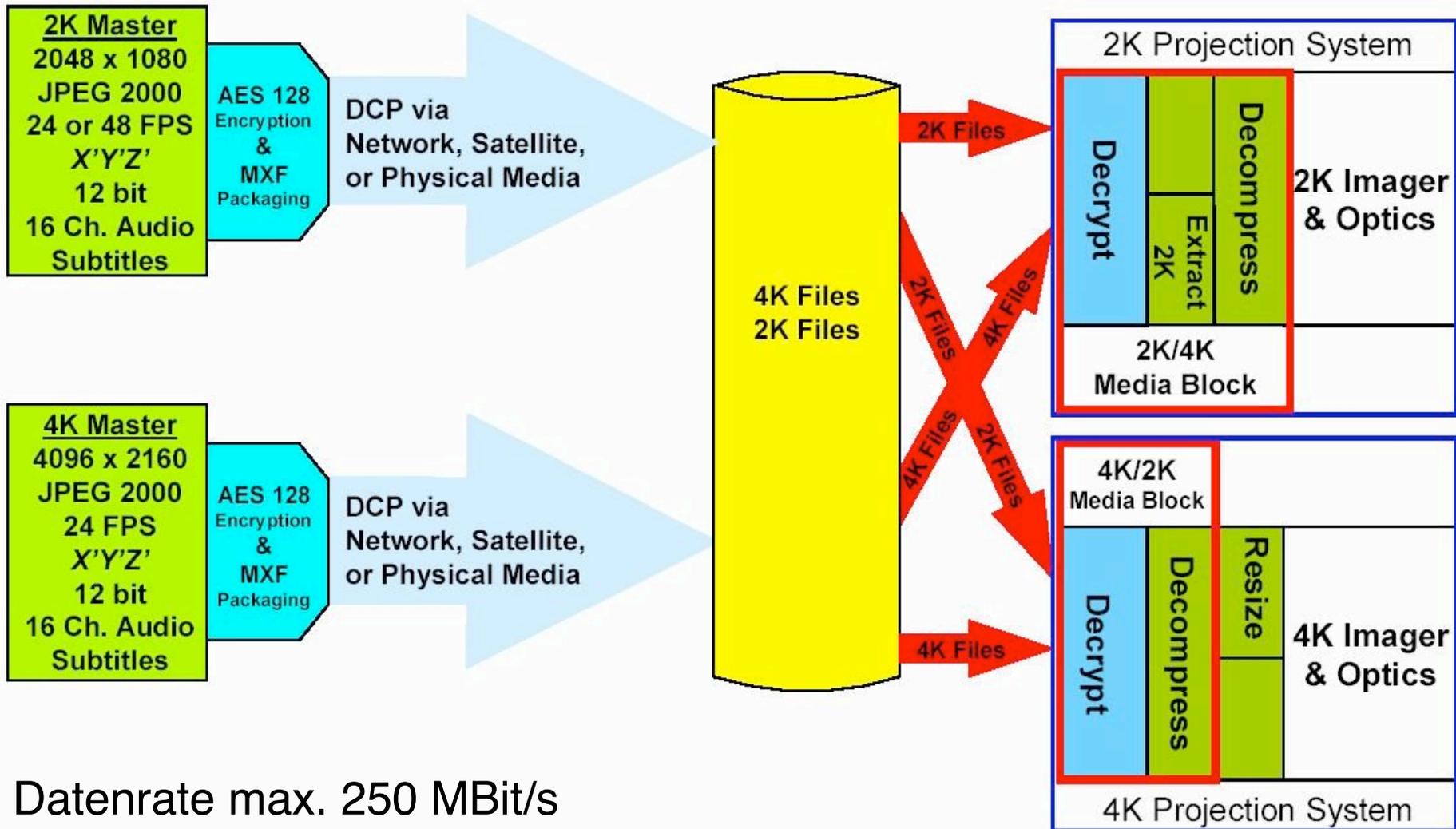
Digital Cinema System Workflow

MASTERING

TRANSPORT

STORAGE

PROJECTION



Digitale Projektionstechnik im Kino

Derzeit (2010) ausschließlich 2K- und vereinzelt 4K-Systeme

Projektionstechnologien (siehe Kapitel 5):

Digital Mirroring Device (z.B. Texas Instruments DLP)

Silicon Crystal Reflective Display (SXRD)

Beispielsystem:

Sony CineAlta SRX-R220

4096 x 2160 px

18.000 ANSI Lumen Helligkeit

SMPTE-Bildwandleuchtdichte bis zu
20m Leinwandbreite eingehalten



3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung

3.1 Film und Video: Aufnahme und Speicherung

...

3.5 Klassische Filmtechnik und digitales Kino

3.6 TV- und Videotechnik

Analoge TV-Technik



Digitale TV-Technik

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, Fachbuchverlag Leipzig 2002
Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 7.Auflage,
Franzis-Verlag 2002

Geschichte der TV-/Videotechnik

Abbe Giovanna Caselli, 1862:
„Pantelegraph“

Paul Nipkow, 1884:
„Elektrisches Teleskop“

Charles Jenkins, John Baird, 1924:
Bewegtübertragung

Ab 1928 reguläre Ausstrahlung von
TV-Programmen

Peter Goldmark, 1940:
Farbfernsehen

Ampex, 1956:
Video-Magnetbandaufzeichnung

Mondlandung 1969: 600 Millionen Zuschauer
(über die Hälfte noch in schwarz/weiß)

Sony, 1976:
Heim-Videokassettenrecorder („betamax“)



1938

Physiologische Aspekte zur TV-Technologie

Räumliches Auflösungsvermögen des menschlichen Auges:

Bestimmt durch Abstand der Zapfen auf der Netzhaut:

$$\text{ca. } 1,5' = 0,025^\circ$$

Günstiger Betrachtungswinkel für scharfes Sehen:

$$\text{Ca. } 12\text{- } 15^\circ$$

Notwendige Zeilenzahl:

$$\text{Ca. } 15^\circ / 0,025^\circ = 600$$

Nach CCIR-Norm: 625, davon 575 effektiv sichtbar (US: 525 Zeilen)

Betrachtungsabstand für diese Bedingungen:

Ca. 5-6-fache Bildhöhe

Grundkonzeption als „Bild“ innerhalb realer Umgebung

Ähnlich wahrgenommen wie Bilder, Kalender etc. an der Wand

Keine vollständige Inanspruchnahme des Sehfeldes

Stark begrenzte „Immersion“

Standard-TV und High-Definition-TV

Standard-TV (SDTV):

Zeilenzahl effektiv (siehe später) 480 (PAL) bzw. 576 (NTSC)

Seitenverhältnis 4:3

High-Definition-TV (HDTV):

Ca. Verdopplung der Zeilenzahl (1080, auch 720 benutzt)

Verdopplung des Blickwinkels

Verkürzung des typischen Betrachtungsabstandes auf 3-fache Bildhöhe

Zusammen mit Formatwechsel auf 16:9 deutliche Annäherung an Kinobedingungen

Historie von HDTV:

Europäische Initiative zu Beginn der 90er Jahre mit minimaler Akzeptanz

USA: Digitales (Kabel-)Fernsehen als Impulsgeber für höhere Auflösungen

Europa 2000+: Steigendes Interesse an hochauflösendem TV

Grosse Bildschirme bzw. Projektionsanlagen preisgünstiger geworden

Verfügbarkeit von DVD-Technik und DVB (Digitalfernsehen)

Seit 2010: (Staatlich verordneter) Umstieg auf HDTV-Technik

Zeilensprungverfahren

Wie beim Kino:

nur 25 Bilder/s realistischerweise übertragbar,
aber 50 Bilder/s Bildwechselfrequenz nötig (wg. "Flimmern")

Lösung:

Übertragung von zwei verzahnten Halbbildern („Interlacing Scan“)

Bei modernen Geräten eigentlich technisch nicht mehr nötig

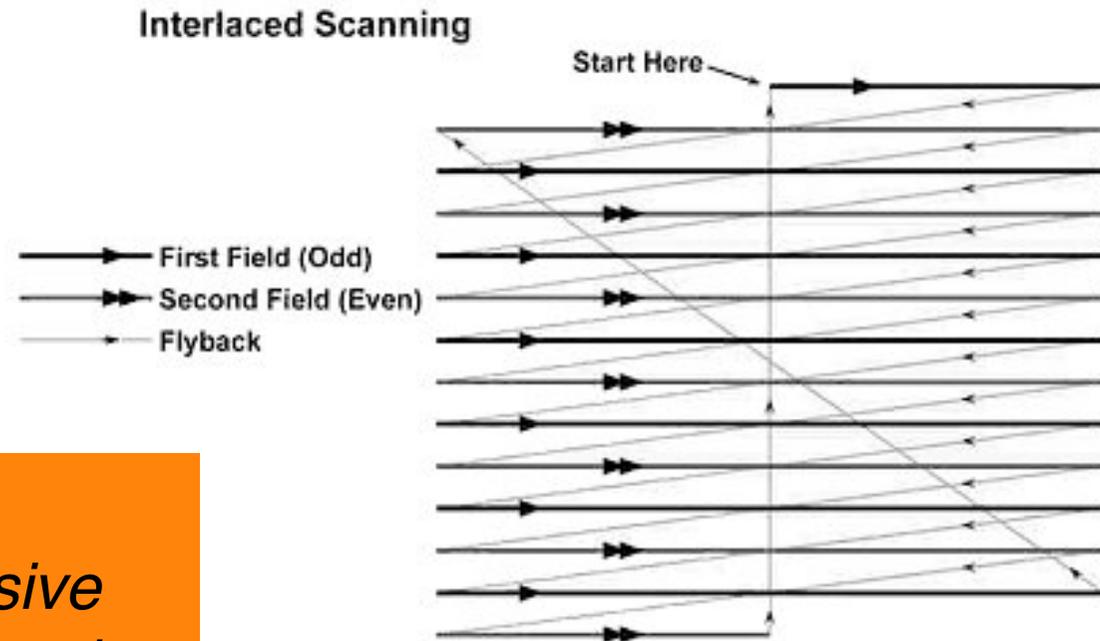
Bildspeicher

Ermöglicht

„Progressive Scan“

Dennoch Basis

aller TV-Übertragungen



Auflösungsangaben:

"720p" = 720 px *progressive*

"1080i" = 1080 px *interlaced*

Klassisches TV-Signal elektrotechnisch

Vier wesentliche Anteile des TV-Signals:

Bild-Signal (*B*)

Austast-Signal (*A*)

Synchron-Signal (*S*)

Farbsynchron-Signal (*F*) (entfällt bei Schwarz-Weiss)

Zusammenfassung der Signale:

BAS-Signal (Schwarz-/Weiss)

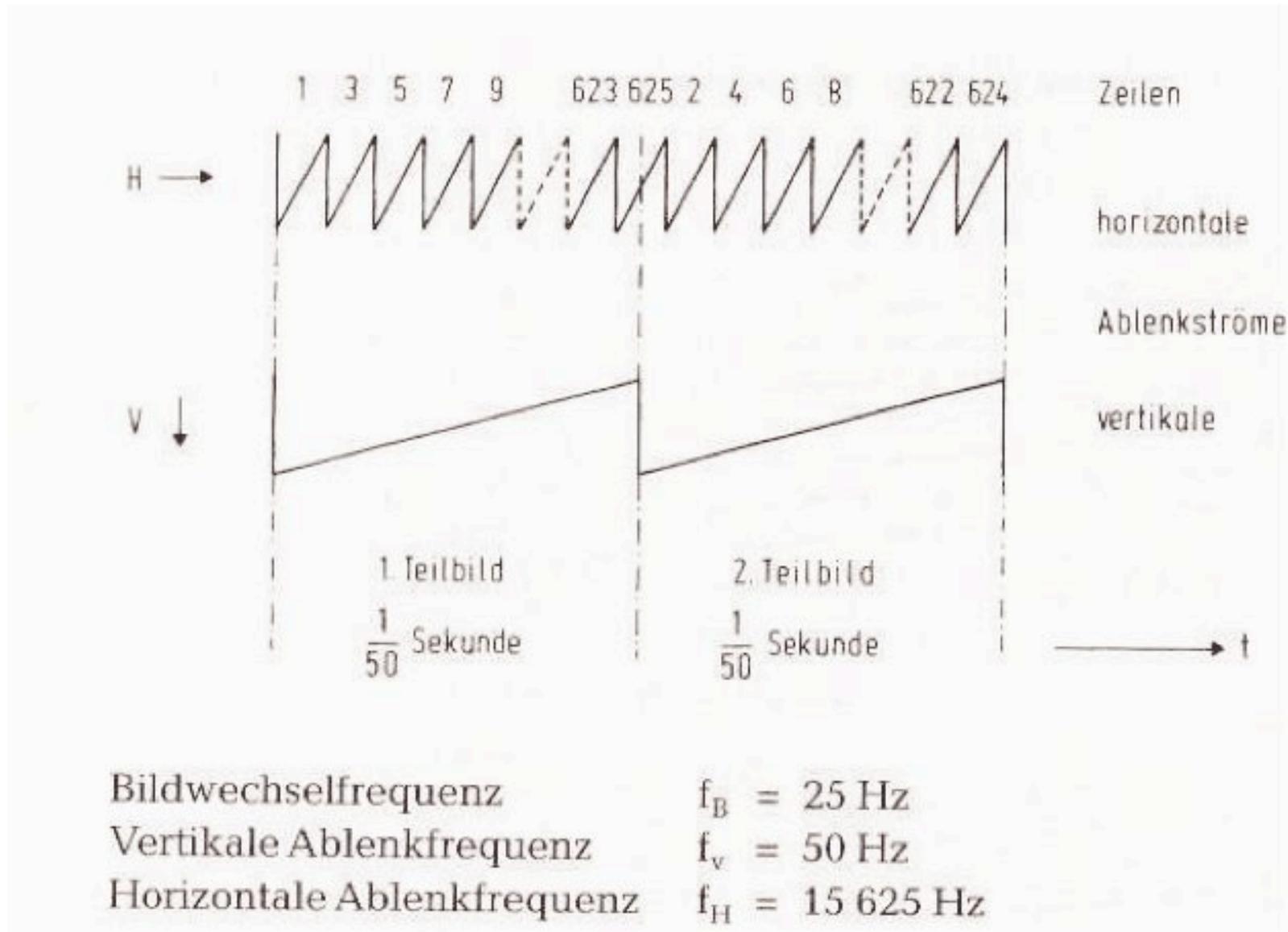
FBAS-Signal (Farbe)

„Austastsignal“:

Dient nur zum Abschalten des Elektronenstrahls während der Rückführung

Sägezahnartiger Spannungsverlauf

Ablenkströme



Zeit- und Zeilenbilanz

Bildfrequenz (Europa): 25 Bilder/s

Bilddauer = $1000 \text{ ms} / 25 = 40 \text{ ms}$

Zeilenfrequenz:

Zeilendauer: $40 \text{ ms} / 625 = 64 \text{ } \mu\text{s}$ (d.h. Zeilenfrequenz 15,625 kHz)

Strahlrücksprung (Strahl abgeschaltet, „Austastung“):

Horizontal: $12 \text{ } \mu\text{s} * 312 = 3,75 \text{ ms}$

Vertikal: $1,6 \text{ ms} = 25$ Zeilendauern (weil $1,6 \text{ ms} / 64 \text{ } \mu\text{s} = 25$)

Pro Vollbild: $2 * 25 = 50$ Zeilendauern durch Rücksprung verbraucht

Deshalb häufige Sprechweise: „effektiv 575 Zeilen“

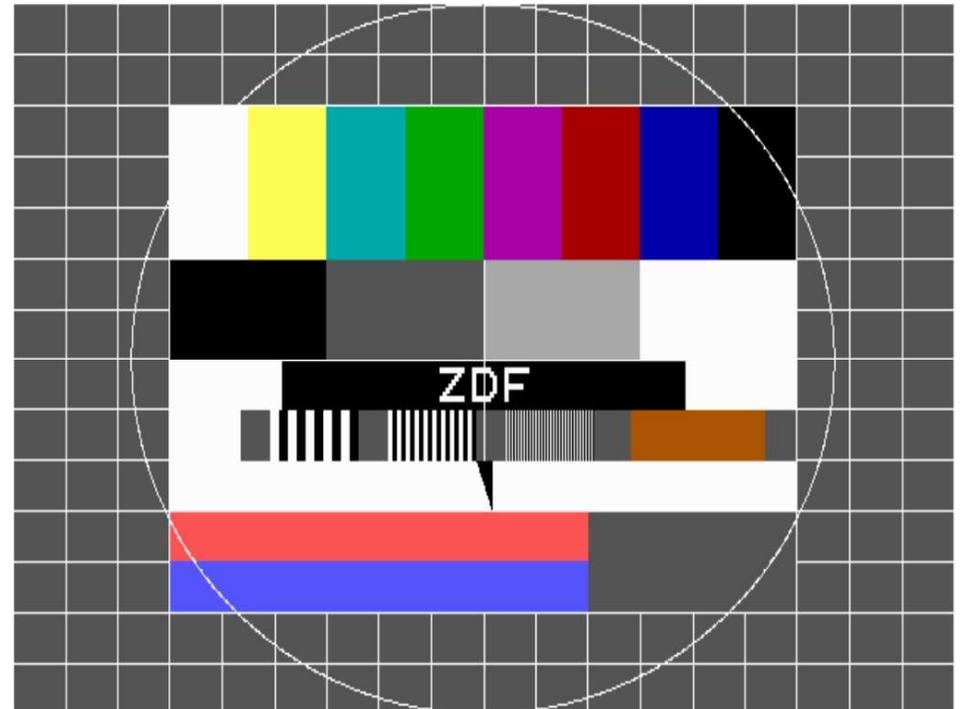
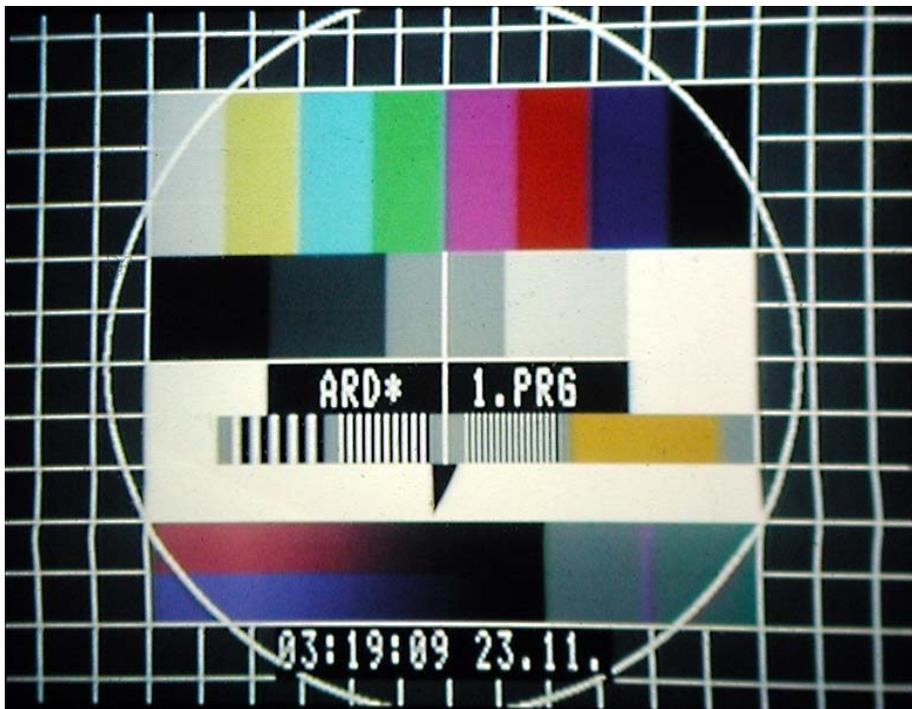
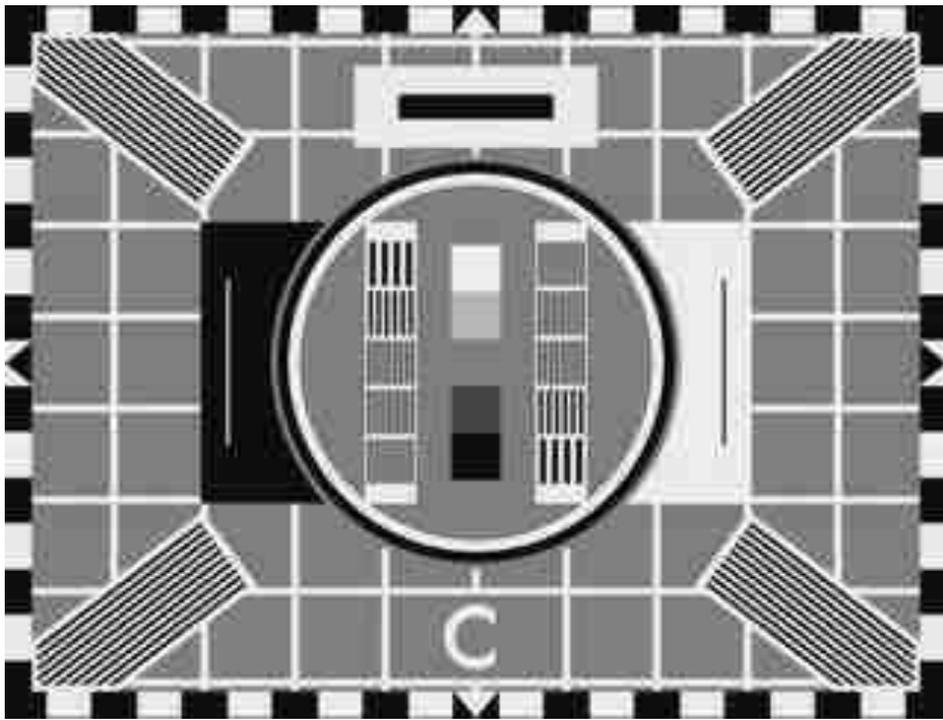
TV-Bild als Pixelbild gesehen:

625 Zeilen

Seitenverhältnis 4:3, d.h. ca. 833 „Spalten“

Insgesamt ca. 521.000 Bildelemente (Pixel)

Deshalb bei digitalen Videokameras relativ geringe Pixelzahlen
(typisch 800.000 Pixel)



Synchronsignale

Stellen identische Darstellung bei Wiedergabe und Aufnahme sicher

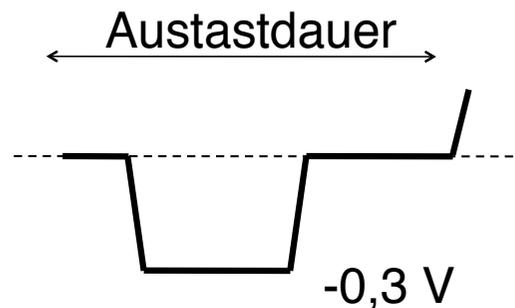
Horizontal:

In der „Austastlücke“ ($12 \mu\text{s}$) negatives Rechtecksignal ($4,7 \mu\text{s}$)

Vertikal:

Sehr langes Rechtecksignal (über 2,5 Zeilen)

Mit einfachen elektrotechnischen Hilfsmitteln (RC-Glieder) erkennbar



Horizontales
Synchronsignal

Farbvideosignale

Hochwertiges Farb-Video mit RGB:

3 Farb-Bildsignale, separat geführt

Separates Synchronsignal

Komponentensignal:

Luminanzsignal Y für Bildpunkthelligkeit (Schwarz-/Weiss-kompatibel)

Enthält auch Abtast- und Synchronsignale

Chrominanzsignale (C)

Farbwertdifferenzen ($C_R = \text{Rot} - Y$, $C_B = \text{Blau} - Y$)

Hochwertiges Komponentensignal durch 3 Leitungen
(Analog-Studioteknik)

Separate Führung von Y und C :

Überlagerung der beiden Chrominanzsignale
(90° phasenverschoben)

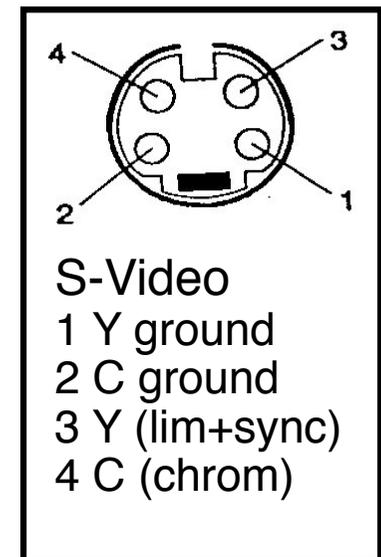
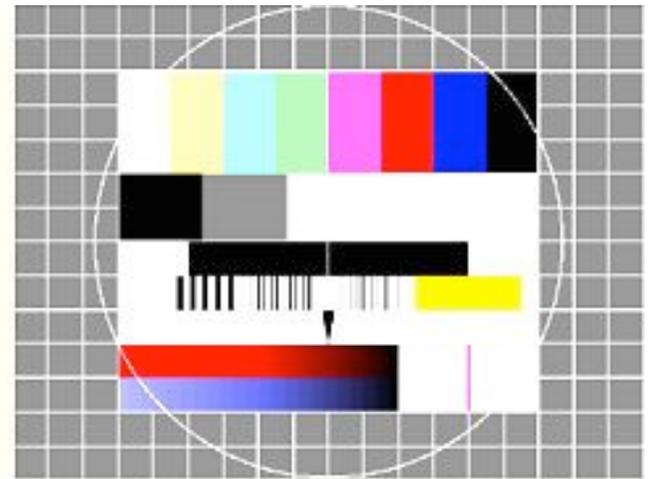
– *S-Video*, *Y/C-Video* mit 4-poligem Hosiden-Stecker

Relativ hochwertige Bildqualität

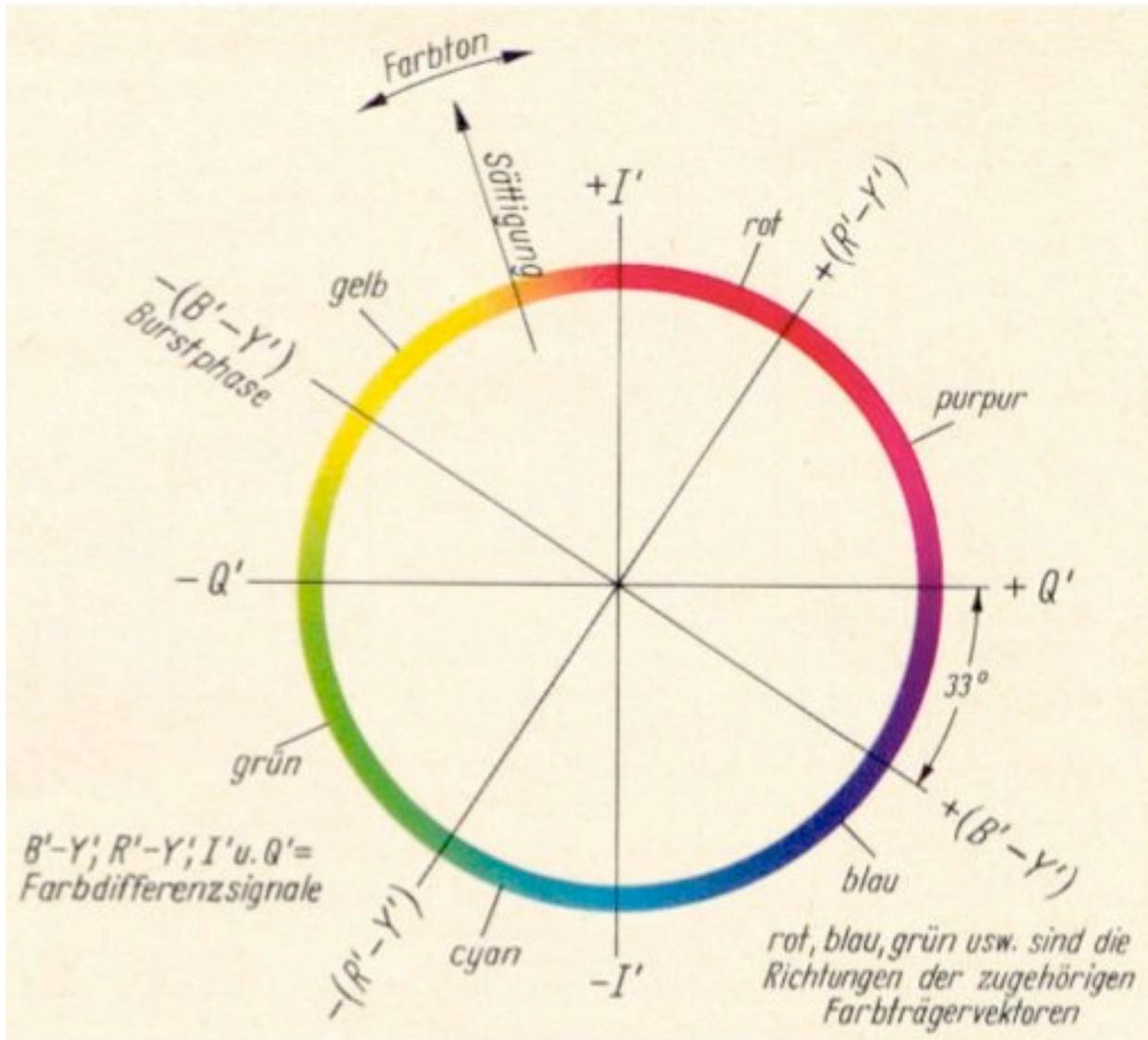
Gemeinsame Führung von Y und C auf einer Leitung:

– *Composite Video*, FBAS-Signal, meist auf (gelbem) Cinch-Stecker

Einfachste Bildqualität



Farbkreis der TV-Phasenmodulation



Je später zu einem Startzeitpunkt („Burst“) ein bestimmter Pegel ist, desto weiter haben wir uns im Farbkreis bewegt, je stärker er ist, desto stärker gesättigt ist die Farbe.

Farbfernsehsysteme

NTSC = National Television System Committee (USA)

Erstes Farbfernsehsystem

Farbton bestimmt sich aus der Phasenlage des Chrominanzsignals relativ zu einem Farbsynchronsignal (*burst*)

Fehler im Empfänger und in der Übertragung (Phasenverschiebungen) führen zu Farbtonveränderungen

„Never the same color“

PAL = Phase Alternating Line (Deutsche Entwicklung)

W. Bruch 1962

Richtung der Phasenmodulation für den Farbton bei jeder zweiten Zeile invertiert

Verzögerung des Farbwerts der vorhergehenden Zeile und Durchschnittsbildung mit aktuellem Farbwert

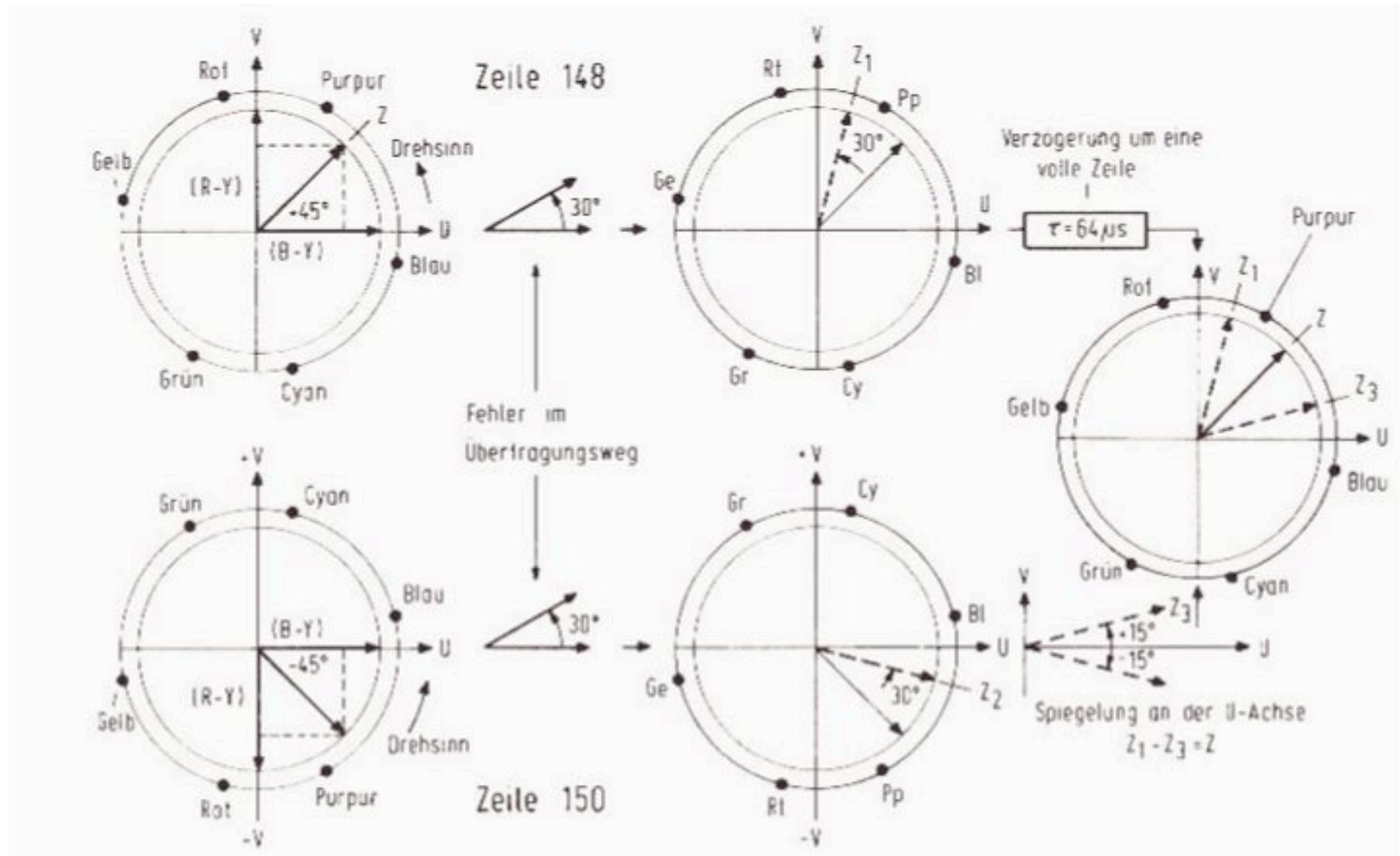
dadurch kompensieren sich Phasenfehler der Übertragung

SECAM = Secuentielle Couleur à mémoire (Französische Entwicklung)

Sequentielle Übertragung der beiden Chrominanzwerte einer Zeile

Kombination mit dem anderen Chrominanzwert der vorhergehenden Zeile

Beispiel zur Phasenkorrektur in PAL



Verbreitung der Farbfernsehsysteme

NTSC (60 Hz Netzfrequenz und Bildrate):

Japan

USA

Kanada

Korea

PAL (50 Hz):

Brasilien

China

Deutschland

UK

Indien

SECAM (50 Hz):

Frankreich

Ägypten

Polen

Russland

Beispiele!

Digitalfernsehen

Produktion (Sendeanstalten) bereits durchgängig digital

Unterschiedliche Aspekte bei Verteilung und Empfang

Bildformate (incl. Auflösung)

z.B. SDTV/HDTV, 4:3/16:9

Mediencodierung

z.B. MPEG-2/MPEG-4

Übertragungsweg und -codierung

z.B. terrestrisch/Satellit/Kabel/IP

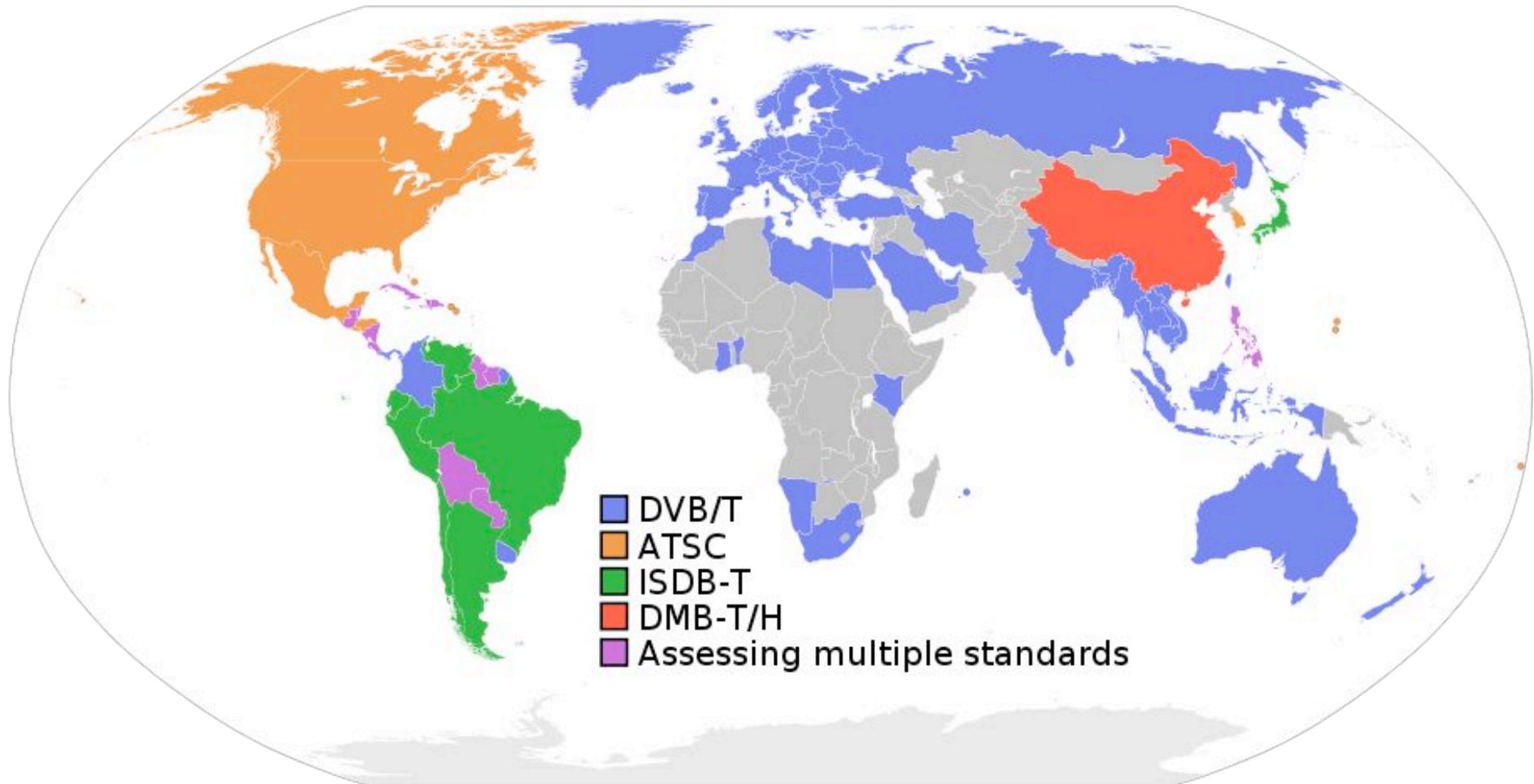
Unterschiedliche Penetrationsgrade der Digitalisierung

Deutschland:

Terrestrische Ausstrahlung (Funkmast) nur noch digital

Satellitenausstrahlung und Kabelverteilung gemischt analog/digital

Terrestrial Digital Broadcast Standards



Digital Video Broadcast DVB

DVB: Industrie-Konsortium, 270 Rundfunksender, Hersteller, Regulierungsbehörden etc. aus 35 Ländern

<http://www.dvb.org>

Standard-Familie:

DVB-T: Terrestrisch

DVB-C: Kabel

DVB-S (und -S2): Satellit

DVB-H: Handheld

MHP: Multimedia Home Platform

Kanalbandbreite DVB-T, DVB-H: 8 MHz

Mobilität:

DVB-T „portabel“

DVB-H „echt mobil“
(Empfang in Bewegung)

The logo for Digital Video Broadcast (DVB) consists of the letters 'DVB' in a bold, black, sans-serif font. The 'D' and 'V' are connected, and the 'B' is slightly larger and positioned to the right.

THE STANDARD OF THE DIGITAL WORLD

HDTV in der Praxis 2010 (Deutschland)

Terrestrische Ausstrahlung:

Rein digital nach DVB-T

Mediencodierung MPEG-2

Keine Ausstrahlung von HDTV-Signalen (Bandbreitenproblem)

Satellitenausstrahlung bzw. Kabelverteilung:

Teilweise digital nach DVB-S bzw. DVB-C

Mediencodierung MPEG-4

Ausstrahlung von HDTV-Signalen mittlerer Qualität

720p/50 und 1080i/25

(720 Zeilen, 50 Bilder/s)

Keine Ausstrahlung von voller HD-Qualität

1080p/25 oder 1080p/50