Video

Jörg Cassens

Medieninformatik
WS 2019/2020

Universität Hildesheim
medieninformatik
IMAI – Institut für Mathematik und Angewandte Informatik

Einleitung

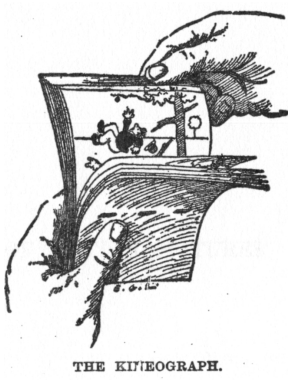
- Filme und Videos gehören zu den populärsten Medien
  - Fernsehen, Kino, Websites (youtube, vimeo)
- Erreichen den Menschen auf vielfältige Weise
  - Transportieren Informationen
  - Erzählen Geschichten
- Bildfolgen mit hinreichend vielen Bildern pro Sekunde
- Wahrnehmung spielt entscheidende Rolle
- Speicherbedarf steigt bei höherer Auflösung und Bildrate
- Effiziente Speicherformate nötig; Informationen in einem Bild komprimieren, Redundanzen in Bildfolgen minimieren
- Prozeß heute durch digitale Verfahren begleitet
- Klassische Regeln müssen weiter beachtet werden, soll der Film seine Geschichte erfolgreich erzählen
- Werkzeuge, Richtlinien und Abläufe helfen, die Produktion zielgerichtet und effizient zu planen und durchzuführen

Lernziele

- Die Grundlagen digitaler Filme werden vorgestellt
- Ausgehend von menschlicher Wahrnehmung wird vermittelt, wie Filme funktionieren
- Konzepte zur Codierung und Kompression werden eingeführt
- Wesentliche Ideen heutiger Standards werden eingeordnet und bewertet
- Schritte der Filmproduktion werden diskutiert
- Grundlegende Werkzeuge und Richtlinien werden erläutert
  - Story
  - Kameraeinstellungen
  - Beleuchtung
  - Postproduktion
- Dieser Teil soll uns in die Lage versetzen, erste digitale Filmprojekte umzusetzen

1 Digital

Faszination Film



- Bewegte Bilder üben auf Menschen eine besondere Faszination aus
- Im Prinzip immer noch das alte Daumenkino aus der Mitte des 19. Jahrhunderts
- Verbreiteter konsumiert als Printmedien
- Man schaut hin, auch wenn die Inhalte nicht interessieren

Filme werden digital

"Digital Technology is the same revolution as adding sound to pictures and the same revolution as adding colors to pictures. Nothing more and nothing less." George Lucas, 2002

- Veränderung der Produktionsprozesse
- Kinofilme von 90 Minuten, bei denen in fotorealistischer Qualität Farben verändert, neue Hintergründe oder Personen eingefügt, oder komplette Szenen animiert werden, waren mit analogen Mittel nicht oder kaum zu machen
- Digitales Postprocessing inzwischen Standard
  - Nachbereitung von Farben
  - Montage von Vorder- und Hintergrund

Green Screen

☞ digitalsynopsis.com/design/movies-before-after-green-screen-cgi

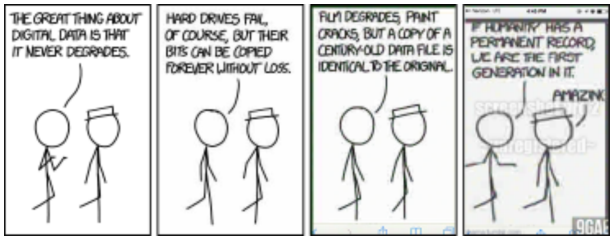
Filmproduktion

- Eigentliche Produktion gemeinhin unterschieden in
  - Vorproduktion
  - Produktion
  - Postproduktion
- In allen Schritten spielt die Digitaltechnologie eine Rolle
- Auch Distribution und Konsum inzwischen zu einem großen Teil digital
- Vertrieb über digitale Formate eröffnet neue Distributionswege

- Änderung des Konsumverhaltens
- Internet besonders bei jüngeren wichtiger als das Fernsehen
- Analoge Videorecorder ersetzt durch digitale
- Übertragung über Techniken wie DVB, Streaming

Digitaler Wandel

- Verschiedene Ebenen der Betrachtung relevant
  - Speicherung/Codierung
  - Filmproduktion in allen Schritten…
  - …aber insbesondere Postproduktion
  - Einbinden virtueller Gegenstände
  - Effekte
  - Komposition von Inhalten
  - Verbreitung, digitales Broadcasting und Streaming



☞ xkcd: Digital Data

Distribution

- Neue Formen wie Streaming Services, Video on Demand
- Produktionsmittel in den Händen der Konsumenten
- Große Ökonomische Auswirkungen
  - Machtverhältnis Studios-Streamingdienste
  - Streamingdienste werden zu Studios (Amazon Originals)
  - Studios versuchen selber zu streamen (Disney vs. Netflix)
- Redaktionen und Medienanstalten verlieren an Einfluß
- Trotzdem gelten viele der “alten Regeln” noch immer
  - Wahrnehmung
  - Gestalterische Kernelemente (Genre, Story, Plot)
  - Klassische Techniken (Schnitt, Bildführung, Beleuchtung)

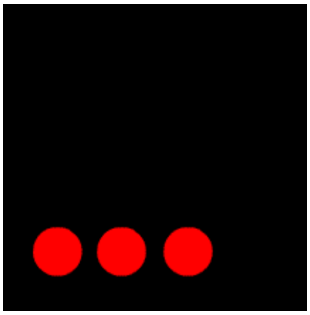
2 Wahrnehmung

Bewegungswahrnehmung

- Grundsätzlich in zwei Kategorien einteilbar
  - Bewegungswahrnehmung von Objekten in der Welt (Objektbewegung)
  - Bewegungswahrnehmung von sich selbst in der Welt (Wahrnehmung von Eigenbewegung)
- Visuelle Objektbewegungen
  - einfache Translationen: individuelle Objekte bewegen sich im Sichtfeld
  - komplexe Bewegungen: komplexe Strukturen bewegen sich, wobei nicht Einzelbewegungen wahrgenommen werden, aber “genereller Fluss”
  - Scheinbewegungen: Bezeichnung für Bewegungseindrücke, denen keine physikalische Bewegung von Objekten zugrunde liegt

2.1 Objektbewegung

Scheinbewegung: Beta

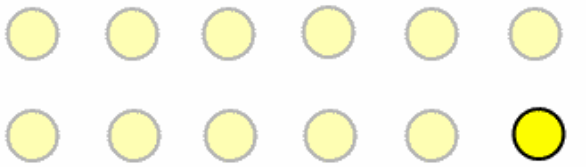


- Licht wird an einer Position angezeigt, ausgeblendet, und dann in der Nähe wieder angezeigt
- Betrachter nimmt Bewegung des Lichts wahr
- Effekt: Beta-Bewegung

☞ Wikipedia – Animation

Scheinbewegung: Phi

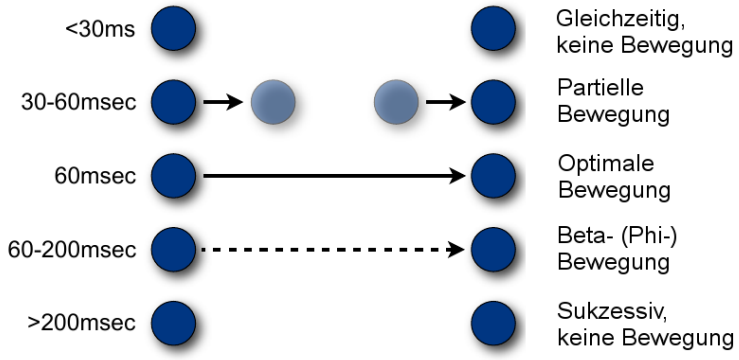
- Beim Beta-Effekt werden Lichtreize an verschiedenen Stellen angezeigt
- Verwandt ist der Phi-Effekt, bei dem verschiedene Bilder an der gleichen Stelle angezeigt werden



☞ Wikipedia – Animation

Scheinbewegung: Zeiten

Bewegungswahrnehmung hängt vom **Inter-Stimulus Intervall (ISI)** und dem **Abstand** zwischen beiden Stimuli ab



Material Frank Steinicke

2.2 Eigenbewegung

Bewegungsfeld

- **Bewegungsfeld (engl. motion field):** Projektionen von Bewegungen der 3D-Szene auf 2D-Bildebene hervorgerufen durch relative Bewegungen zwischen Benutzer und Szene

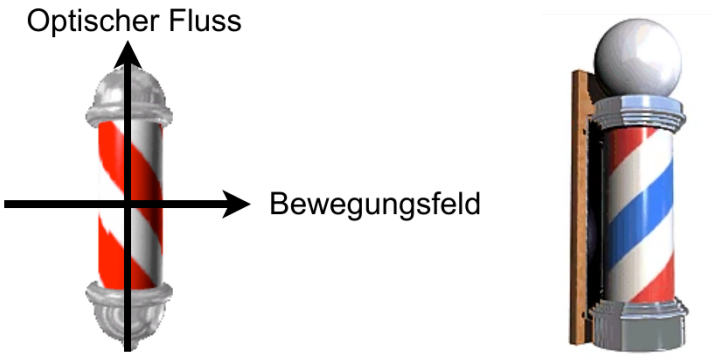
☞ Naoya Ohta – 3D-reconstruction

Optischer Fluß

- **Optischer Fluß (engl. optical flow):** beobachteter Grauwertfluss in Bildebene
- Menschen können prinzipiell Informationen über Eigenbewegung aus optischem Fluß bestimmen

☞ Max-Planck-Gesellschaft – Nerve cells in optic flow

Barberpole-Effekt



☞ Wikipedia – Animation

2.3 Film

Wie aus Bildern Filme werden

- Grundlage – ob analog oder digital – ist die vermeintliche Wahrnehmung von Bewegungen, wenn wir rasche Folgen einzelner Bilder sehen, in denen Teile ihre Position oder Gestalt schrittweise verändern

Abbildung 6.2

Video 8.1: Objektpermanenz

☞ Johansson (1971): Motion Perception [7:16 (3:20-6:50)]

Wahrnehmung

- Eindruck von Bewegung komplexe Leistung des Gehirns
- Nicht nur statische Analyse, sondern auch Vergleich und Auswertung über die Zeit
- Natürliche Umgebung: kontinuierliche optische Reize
- Zeitliche Auflösung nicht beliebig genau, daher reicht es, eine beschränkte Anzahl von Bildern pro Sekunde zu präsentieren, um den Eindruck eines kontinuierlichen Signals zu erzeugen
- Wir erinnern uns an die kognitiven Grundlagen
  - Zeitliche Auflösung des visuellen Systems etwa 50ms

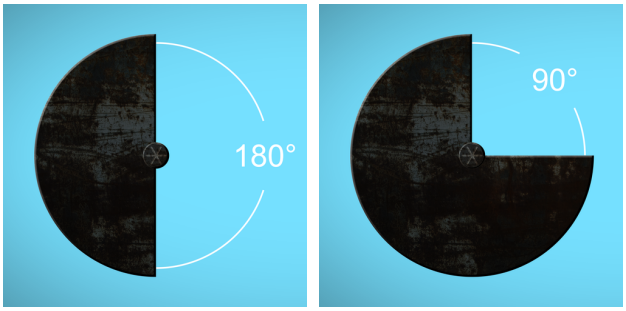
    (Card, Newell & Moran (1983): $T_p \sim 100$ms [50-200 ms])
- Aber: Von diversen Einflussgrößen abhängig
  - Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte und Kontrast sowie Größe des Reizes und retinaler Darbietungsort

Wahrnehmung (contd.)

- Durch die kognitiven Leistungen des Gehirns werden bereits etwa 5 Bilder pro Sekunde zu einem Bewegungseindruck zusammengesetzt, darunter geht allerdings der Bewegungseindruck verloren
- Psychologische Grenze: 25 – 30 Bilder/Sekunde (Hz)
  - Darunter störendes Flimmern
    - Besonders bei Hell-Dunkel-Wechseln
    - Durch Reaktionszeit der Sehzellen begründet
- Flimmern verschwindet bei höheren Frequenzen
- Physiologische Grenze: 50 – 60 Bilder/Sekunde (Hz)
  - Bei etwa 100 Hz sind die Bilder nicht mehr von einer kontinuierlichen Abfolge unterscheidbar
  - Steigerung über 100 Hz nicht wahrnehmbar
- Einzelbilder nicht scharf, wir “erwarten” eine gewissse Bewegungsunschärfe

180-Grad-Shutter-Regel

Motion blur is directly determined by shutter speed, regardless of frame rate



☞ Debunking the 180-degree shutter rule

Auge

- Weitere Effekte spielen ebenfalls eine Rolle
- Nachführen des Sehzentrums, evtl. Kopfbewegung
- Passiert im Alltag ständig
- Bei großen Leinwänden mehr Bewegung notwendig
- Daher taucht der Kinobesucher stärker in das Filmgeschehen ein (**Immersion**)
- Videobrillen helfen einerseits bei der Immersion, da nur das Videobild gesehen wird
- Andererseits fehlen bei "traditionellen" Videobrillen die Kopfbewegungen
- Lösung: Brillen, welche je nach Kopfbewegung unterschiedliche Teile des Bildes zeigen
- Die Immersion wird ebenfalls durch räumliche Aspekte gesteigert (3D)

2.4 3D-Sehen

3D

- Immersion stärker, wenn unsere Wahrnehmung das dargestellte realistisch verarbeitet
- Dreidimensionalität hilft ebenfalls, also wenn Gegenstände näher oder entfernter sind
- Bei 2D-Filmen entsteht der dreidimensionale Eindruck unabhängig von der physiologischen Grundlage, da wir immer auf die Bildebene fokussieren
- Moderne 3D-Filme präsentieren beiden Augen unterschiedliche Bilder, aber die Schärfe bleibt auf der Bildebene
- Auch andere Wahrnehmungen helfen bei der Immersion: Bewegung, Beschleunigung
- Problematisch, wenn der Bewegungseindruck fehlt (**VR-Sickness**)
- Daher Pseudo-Bewegung z.B. bei Flugsimulatoren

3D-Sehen

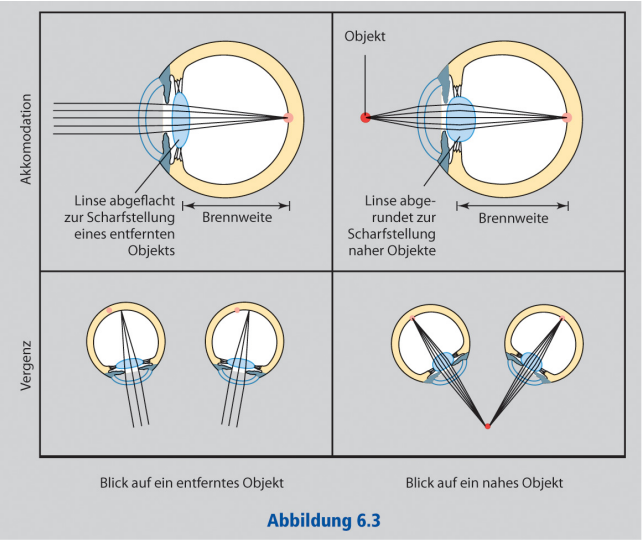


Abbildung 6.3

Polarisation für 3D-Sehen

- Licht ist eine **elektromagnetische Welle**
- Charakteristische Eigenschaften
  - Ausbreitungsrichtung, Frequenz/Wellenlänge, Amplitude, Polarisation
- Ausnutzen der Polarisation
  - Bilder aus zwei Perspektiven
  - Beiden Augen je nur eine der beiden Perspektiven zeigen
- Ausnutzen der Polarisation (Früher: Farbe)

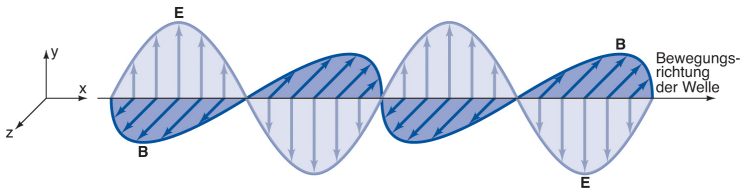
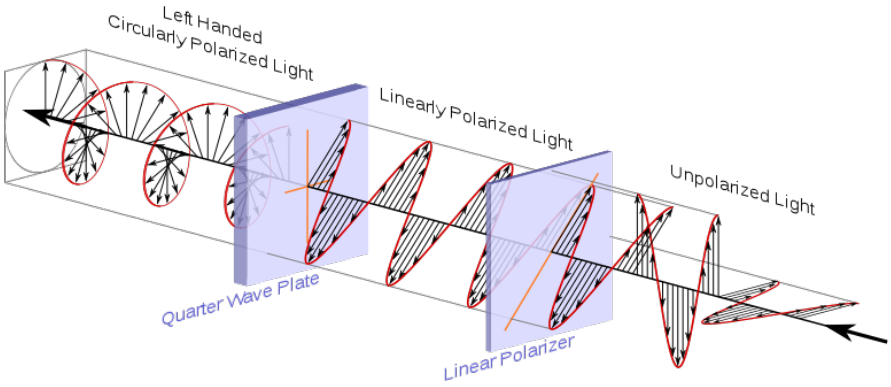


Abbildung 3.1: Zwei Wellen E und B, die sich in x-Richtung ausbreiten

Video 8.2

☞ How do 3D glasses work – Sixty Symbols [10:25]

Zirkularpolarisation



☞ Wikipedia-User Dave3457

Anwendungen Polarisationsfilter

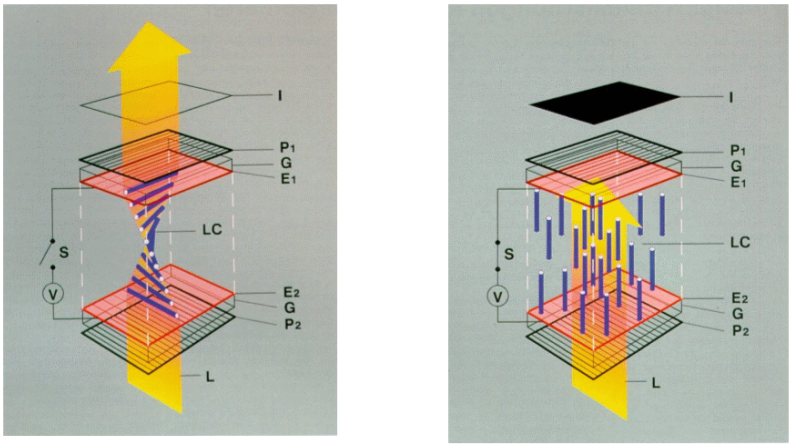
- Unerwünschte Reflexionen auf Glas oder Wasser vermindern
  - Reflexionen an diesen Flächen haben einen größeren Anteil an in einer Richtung polarisierter Lichtwellen
- Helle Partien des Himmels dämmen, um z.B. Wolken hervortreten zu lassen
  - Je nach Winkel zur Sonne werden die Blauanteile des Lichts in der Atmosphäre unterschiedlich stark polarisiert
- Hervorheben eines Regenbogens
  - Durch die Brechung an Wassertropfen werden die Lichtwellen polarisiert, das unpolarisierte Licht des Himmels wird gegen das polarisierte des Regenbogens abgemildert
- Flüssigkristallanzeigen
  - Ausnutzen der Polarisation für die Anzeige von Pixeln

2.5 Exkurs: LCD

Flüssigkristallanzeigen

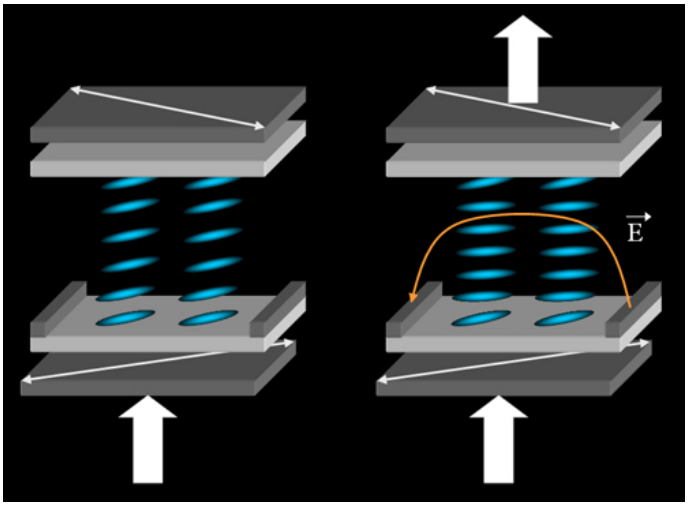
☞ Wikipedia-User Gerd Kortemeyer

Twisted Nematic Field LCD



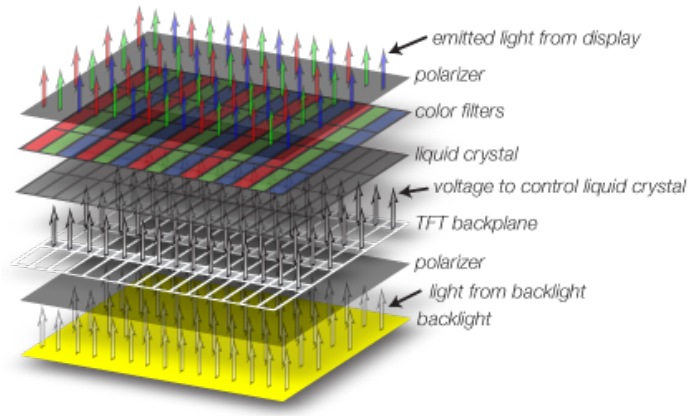
☞ Wikipedia, Grafik von M. Schadt

In Plane Switching LCD



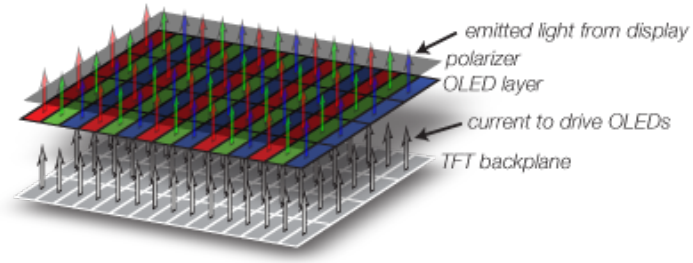
☞ Mingxia Gu, Kent State University

LCD



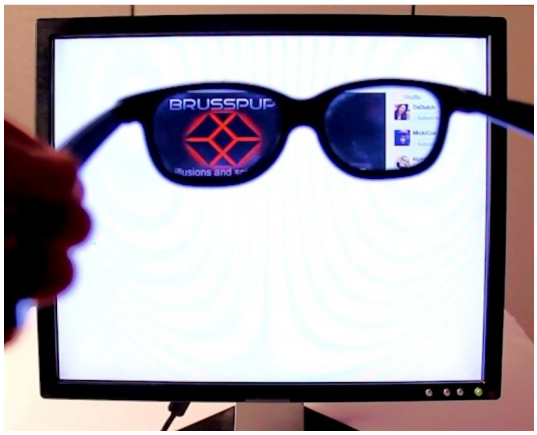
☞ IGNIS Innovation Inc.

OLED



☞ IGNIS Innovation Inc.

Stealth Display

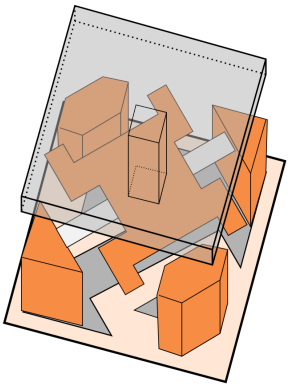


☞ @brusspup (via New Atlas)

LCD: Video

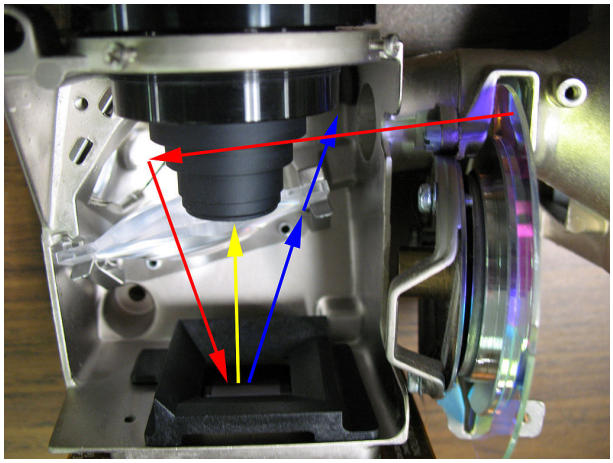
☞ The Engineer Guy: LCD teardown [4:52]

DLP: Micro-Mirror



☞ wikipedia-users Philippe Binant (left), Egmason (right)

DLP: Projektion



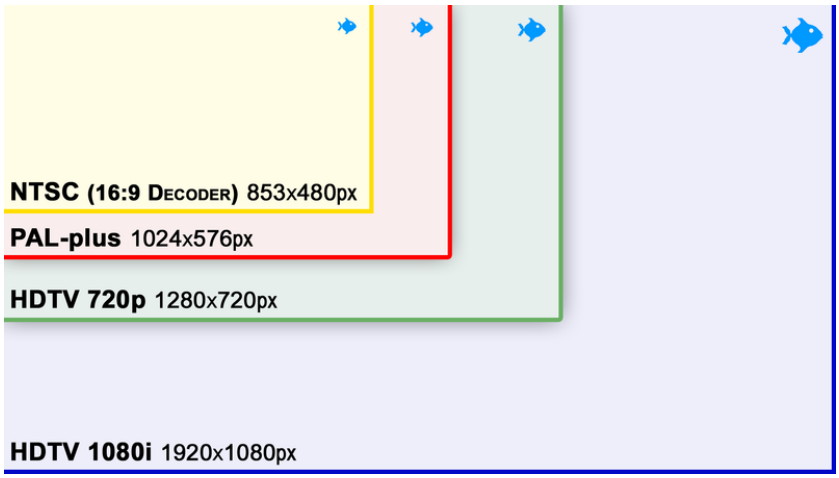
☞ wikipedia-user DMahalko, Dale Mahalko

3 Digitalisierung

Digitaler Film

- Typische Bildauflösungen
  - 720 x 576 voll aufgelöstes PAL Fernsehbild
  - 1280 x 720 HDTV reduziert (720p)
  - 1920 x 1080 Voll-HDTV (1080i)
  - 3840 x 2160 UHD (2160p/i)
  - 4096 x 2160 4K
- D.h. daß bei HDTV etwa zwei bis fünf Mal so viele Pixel benötigt werden wie beim PAL Bild
- Professionelle Kinoproduktion kann Auflösungen von 5000 x 2500 übersteigen
- Ohne Kompression: 10 min Film, Farbtiefe 3 x 8 Bit, 25 Bilder/sec, Voll-HD: über 86 GB Speicherplatz
- Typische Seitenverhältnisse
  - 4:3 klassisches Fernsehen
  - 16:9 neuere Fernseher, Kino
- Breiter als Hoch, da unser Sinnesfeld so ist

Bildgrößen



☞ Wikipedia-User Sjr und Andreas -horn- Hornig

Bildformate

☞ Wikipedia – Image Cropping Aspect Ratios

Letterboxing

☞ Wikipedia – Image Cropping Letterboxing

Formate

Format	Bemerkung
1080i60	1920 × 1080 Bildpunkte im Zeilensprungverfahren, 60 Halbbilder pro Sekunde
1080p30	1920 × 1080 Bildpunkte im Vollbildverfahren und 30 Vollbilder pro Sekunde
1080p24	1920 × 1080 Bildpunkte im Vollbildverfahren und 24 Vollbilder pro Sekunde
720p50	1280 × 720 Bildpunkte im Vollbildverfahren und 50 Vollbilder pro Sekunde
1152i50	2048 × 1152 Bildpunkte im Zeilensprungverfahren und 50 Halbbilder pro Sekunde

- Zeilensprungverfahren: Es wird wechselweise jeweils eine von zwei aufeinander folgenden Zeilen dargestellt
  - Verringert Flimmern
- Vollbildverfahren: Es wird jeweils das gesamte Bild dargestellt

4 Kompression

Anforderungen

- Bei der Video-Kompression spielt nicht nur die Kompressionsrate eine Rolle
- Gerade die Dekompression sollte so schnell sein, daß die Bilder in Echtzeit angezeigt werden können
- Sowohl Warten als auch Zwischenspeichern wären in vielen Fällen problematisch
- Es ist meist weniger problematisch, wenn das Komprimieren aufwendiger ist
- Soll die Kompression in der Kamera stattfinden muß auch hier ein zeiteffizienter Algorithmus gefunden werden
- Folgende Dimensionen bieten Ansätze zur Kompression:
  - Die zwei Bilddimensionen
  - Pixeleigenschaften (Helligkeit, Farbe)
  - Zeitliche Dimension
- Mischung verlustbehafteter und verlustfreier Schritte

Intra-Frame Kodierung

- Ansätze, wie sie auch aus der Einzelbild-Kompression verwendet werden
- Spatial- oder Intra-Frame Kodierung
- Innerhalb eines Bildes die Redundanz entfernen
- Analog zu JPEG
  - Chroma-Subsampling etc. können angewandt werden
  - Frequenzraum-Transformation (DCT, Wavelet), Re-Quantisierung

Intra-Frame Kodierung (contd.)

- **Vektorquantisierung**
  - Aufteilung in (z.B. 4 x 4) Pixelblöcke, Suche ähnlicher Blöcke, Übertragung der Indizes
  - Vorteile:
    - Schnelle Dekodierung
    - gut bei vielen ähnlichen Blöcken
  - Nachteile:
    - Aufwendige Kodierung
    - nicht notwendigerweise besser als z.B. DCT

- **Kontourbasierte Codierung**
  - Umrisse von Objekten erkennen, diese z.B. mit Beziér-Kurven beschreiben
  - Vorteile:
    - Umrisse bleiben erhalten
    - keine Unschärfe-Artefakte an harten Kanten
  - Nachteil:
    - Noch nicht effizient und zuverlässig möglich
- Vektorquantisierung eingesetzt, Kontourbasierte Codierung vorhanden, keine praktische Relevanz

Intra-/Inter-Frame Kodierung

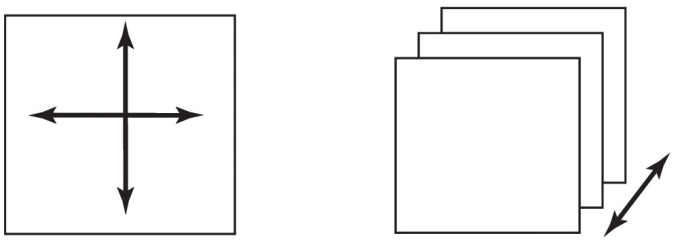


Abbildung 6.4: Bei der Intra-Frame-Codierung werden Redundanzen innerhalb von Einzelbildern gesucht. Bei der Inter-Frame-Codierung werden Redundanzen zwischen aufeinanderfolgenden Bildern gesucht.

Inter-Frame Kodierung

- Temporale oder Inter-Frame Kodierung nutzt Redundanzen zwischen zeitlich aufeinander folgenden Bildern aus
- Zwei folgende Bilder üblicherweise ähnlich (Grundlage für den Eindruck von Bewegung)

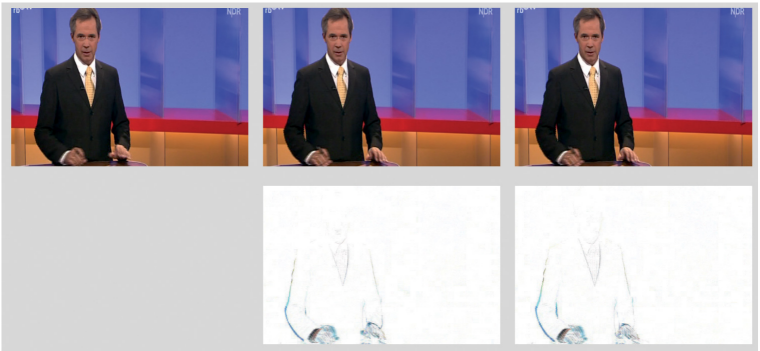


Abbildung 6.5

Differenzkodierung

- **Differenzkodierung** (frame differencing) nutzt Eigenschaft relativer Konstanz
- Nach einem Startbild werden nur die Änderungen übertragen
- Da die Differenzen klein sind werden viele Pixelwerte 0
- Die Pixel, die nicht 0 sind, sind häufig klein
- Daher kann man:
  - Pixelwerte mit weniger Bit quantisieren
  - Durch Entropie-Encoding häufig vorkommende Bits effizient speichern
  - Durch Lauflängenkodierung häufig auftretende Werte effizient speichern
- Wie bei Einzelbildern kann die Kodierung im Frequenzraum stattfinden (DCT, FFT)

Bewegungskompensation

- In vielen Videos werden das ganze Bild oder Teilbereiche in Sequenzen verschoben
- Kameraschwenk: der ganze Ausschnitt ist in folgenden Frames versetzt
- Bewegte Objekte: Die Objekte “wandern” über den Bildausschnitt
- Falls die verschobenen Bildteile erkannt werden können muß nur die Größe des Blocks und der Bewegungsvektor gespeichert werden (Block Matching)
- Diese Verfahren werden unter dem Begriff **Bewegungskompensation** zusammengefaßt

Bewegungskompensation: Beispiel

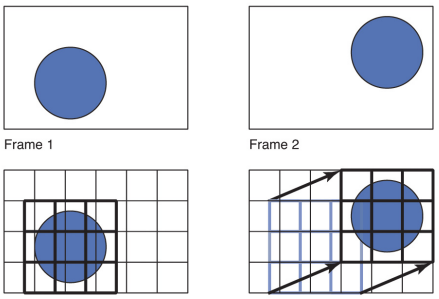


Abbildung 6.6: Codierung von bewegten Objekten mit Block-Matching. Obere Reihe: zwei stilisierte Frames eines Videos. Untere Reihe: Darstellung sich entsprechender Bildblöcke

Bewegungskompensation: Durchführung

- In praktischen Anwendungen sind verschobene Blöcke oft ähnlich, aber nicht identisch
- Beispiel Feuerwehrauto – Änderung der Größe und der Perspektive
- Daher müssen zusätzlich die Unterschiede der Blöcke gespeichert werden
- Dies geschieht ähnlich wie zuvor beschrieben
  1. Suche ähnliche Blöcke, die im vorhergehenden Bild auch auftauchen
  2. Kodiere die Größe und Verschiebung
  3. Berechne Differenzbilder
  4. Kodiere alle anderen Bereiche

Bewegungskompensation: Beispiel

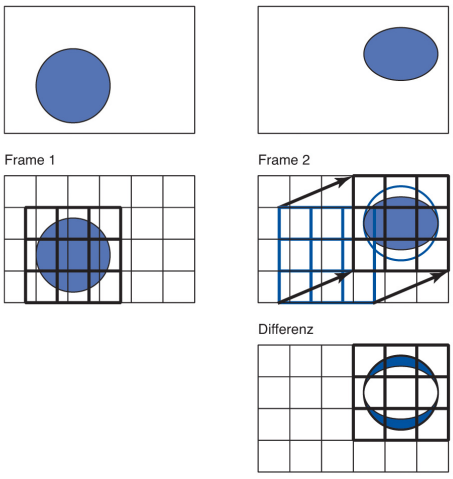


Abbildung 6.7: Block-Matching mit zusätzlicher Differenzcodierung, wenn die Blöcke nicht völlig identisch sind. Die unterste Zeile zeigt die Differenzinformation für die verschobenen Blöcke an.

Variationen

- Das Finden solcher Blöcke ist nicht einfach, es ist insbesondere aufwendig, alle Kandidaten zu überprüfen
- Variationen sind daher:
  - Feste Blockgröße oder variable (hierarchische) Blockgrößen
  - Qualitätskriterium (Differenzen der Pixelwerte?)
  - Bewegungsabschätzungen und -vorhersagen können helfen, Kandidaten zu finden
  - Ansätze wie Phase Correlation helfen dabei abzuschätzen, in welche Richtung Bewegungen stattfinden:
  - Die Unterschiede zweier gegeneinander verschobener Bilder äußern sich als Phasenverschiebung in den Fourier-Transformierten
- Block-Matching wird in der Praxis oft eingesetzt
- Auch nicht perfektes Matching führt zu kleinen Differenzkodierungen
- Einsatz: z.B. bei MPEG-1, -2, -4, H.261-H.264

Frametypen

- **I-Frame – Intra-Frame**; kodiert mit vollständigen Informationen über das zu zeigende Bild.
- **P-Frame – Predicted Frame**; kodiert mit Hilfe von Inter-Frame Techniken, bezieht sich auf vorhergehende Bilder. Dieses muß vorher dekodiert werden.
- **B-Frame – Bi-Directional Predicted Frame**; mit Hilfe von Inter-Frame Techniken kodiert, die sich auf vorhergehende und auf nachfolgende Bilder beziehen können.
- Je nach Codec können P- oder B-Frames auch als Basis für (rekursive) Vorhersage anderer Bilder dienen.

Quelle: Cisco

MPEG

- MPEG – Motion Picture Expert Group
- Standards für Videoformate
- Teil der ISO
- Genereller Grundsatz: Asymmetrie, d.h. Decodierung muß schnell, Codierung kann langsam sein
- Weiter: Festgelegt, wie ein Datenstrom aussieht und decodiert werden muß, keine Aussage über den Algorithmus zur Codierung
- Bekannte Varianten
  - MPEG-1 (1992): 1,25 MBit/s Video, zwei Audiokanäle, insgesamt 1,8 MBit/s; geringe Auflösung und Bildrate
  - MPEG-2 (1993): Vollwertige Fernsehsignale, 2-80 Mbit/s, bis zu 5 Audiokanäle, DVB-T/DVB-S
  - MPEG-4 (2000): Weitere und verbesserte Kompressionsverfahren, Integration von Animation und Interaktion, DRM-Mechanismen
  - MPEG-7, MPEG-21: Framework-Definitionen

Codecs

- Soft- oder Hardware, welche Videos (de-) komprimieren, werden Codecs genannt(COder/DECoder)
- Gängige Codecs sind z.B.:
  - H.264/MPEG-4 Pt 10 AVC (Advanced Video Coding)
    - Verlustfrei möglich
    - Blockorientierte Bewegungskompensation 16x16 Pixel mit Unterblöcken
    - Intra Prediction innerhalb von I-Frames
    - Patente und Lizenzen
  - H.265/MPEG-H Pt 2 HEVC (High Efficiency Video Coding)
    - Verbesserung von AVC (Blockgrößen, Prediction)
  - WMV (Windows Media Video)
    - Familie von Codecs, einzelne Profile von WMV-9 unter dem Namen VC-1 in HD-DVD und Blu-ray
  - On2 (VP6, VP6-E, VP6-S, VP7, VP8, VP9
    - VP9 als Mitbewerber zu H.264/H.265
    - Blockorientierte Bewegungskompensation 64x64 Pixel
    - Google-Patente, kostenlose Lizenzen

Container

- Videodaten werden in der Regel zusammen mit anderen Daten (z.B. Audio, Untertitel, Kapitel, Metadaten) in Containern abgelegt
- Gängige Containerformate:
  - AVI (Microsoft)
    - Nahezu alle gängigen Audio- und Video-Codecs
  - F4V (Flash Video)
    - Mit Patenten belastet, primär MPEG-Formate
    - Nachfolger von flv (normalerweise mit gleicher Drei-Buchstaben-Kennung)
  - Matroska (mkv, webm)
    - Frei und offen nutzbar
    - Nahezu alle gängigen Audio- und Video-Codes
    - webM ist Matroska-Profil für VP8/VP9 und Vorbis/Opus
  - MP4, MPEG-4 Part 14
    - Mit Patenten belastet, primär MPEG-Formate
  - Quicktime (mov)
    - Apple, proprietär

5 Phasen

Digitale Filmproduktion

- Typischerweise in drei Produktionsphasen
  - Vorproduktion
    - Planung und Aufstellung benötigter Ressourcen
    - Festlegung der Länge
    - Musik, Sounds festlegen
    - Skript und/oder Storyboard erstellen
    - Kameratyp und Medium festlegen

- Produktion
  - Drehen
  - Beleuchtung
  - Aufnahme Audio
  - Erstellen Graphiken, Animation, SFX
- Postproduktion
  - Schnitt, Montage, Einbindung Effekte
  - Codierung, Auslieferung (DVD, WWW)

5.1 Preproduktion

Story und Plot

Filme haben einen erzählerischen Charakter. Es wird eine Kette von Ereignissen dargestellt, die Ursachen und Wirkungen in Raum und Zeit verknüpfen.

> Die **Story** in einem Film beschreibt die Ereignisse der Erzählung, die entweder explizit gezeigt werden oder die Betrachter aus dem Kontext erschließen können
>
> Der **Plot** beschreibt alles, was tatsächlich im Film sichtbar gemacht wird; also insbesondere die Teile der Story, die im Film gezeigt werden.

Story und Plot (contd.)

- Zumeist gibt es im Film nicht gezeigte Teile
- Fast immer der Fall, da Filme i.d.R. die Story verkürzen
- Z.B. kann das Leben eines Menschen in 90 Minuten dargestellt werden
- Beim Betrachten machen wir eine Story aus dem Plot
- Kurze Einstellungen einer Zugfahrt können uns dazu bringen, uns eine stundenlange Zugfahrt vorzustellen
- Wir ergänzen fehlende Teile zu einer Geschichte
- Dazu ist die Einhaltung der Kontinuität wichtig
- Gleichzeitig können im Plot Anteile auftauchen, die nicht zur Story gehören (Tanz im Musical)

Generelle Fragen

- Was soll erzählt werden?
- Wie viel Zeit steht zur Verfügung?
- Welche Personen, Orte, Handlungen sollen gezeigt werden?
- Darüber hinaus muß die zeitliche Strukturierung geklärt werden
  - Linear
  - Flashback
  - Fast Forward
- Rhythmische Gliederung durch z.B. sich wiederholende Ereignisse

Drehbuch und Storyboard

Um Story und Plot schriftlich festzuhalten gibt es es eine ganze Reihe von Dokumenten. Die wichtigsten sind:

> Das **Drehbuch** beschreibt: “Was wird erzählt?”
>
> Es beinhaltet alle Dialoge, Regieanweisungen und Orte als lineare, textuelle Beschreibung
>
> Das **Storyboard** gibt Auskunft darüber: “Wie wird es erzählt?”
>
> Es enthält detaillierte Skizzen des fertigen Films und zeigt für jede Einstellung, was zu sehen ist und was passiert.

Drehbuch

```
FADE IN:

AUSSEN - WOHNMOBIL - FRUHER MORGEN

Dämmerlicht. Ein Reifenprofil. Ersatzreifen hinten am Heck.
Von der Stoßstange springt ein MARDER zur rechten Seite.
Rennt in eine Hecke. Es wird heller.

Weiter rechts eine Rasenfläche. Ein Basketballkorb an einem
Ständer. Hinten ein Schuppen. Ein Garten. Es wird noch
heller. Aufgehende Sonne vermutbar.

Weiter rechts erneut eine Hecke. Vor ihr ein Wäscheständer.

Rechts daneben ein Haus mit Terasse. Stühle lehnen schräg
am Tisch. Tageshelligkeit.

Rechts wieder das Wohnmobil. GEDRIBBEL eines Balls.


AUSSEN - HAUS / HOF - TAG

TIM, 9, dribbelt den Basketball an seiner Schwester
MELANIE, 7, vorbei. Schnell rennt sie hinter ihm her.
Ungeschickt versucht Melanie, den Ball in Besitz zu
bekommen.
```

☞ M. Fernholz – Wie man ein Drehbuch schreibt

Storyboard

Einstellung	Skizze	Inhalt	Akteure	Zeit
2.3 Gespräch Mutter-Kind 1		Totale, Wohnzimmer, Dialog 13	Mutter, Kind	0:55
2.4 Gespräch Mutter-Kind 2		Medium Shot, Kind, „Nein ich will meine Suppe nicht essen", Dialog 14	Kind	0:10

Abbildung 6.8: Ausschnitt mit zwei Filmeinstellungen aus einem einfachen Storyboard

Aufbau I

- Viele Filme folgen einem klassischen Aufbau
- Klassische Theaterdramaturgie
  - Fünf-Akt-Schema
    1. **Exposition/Einleitung** – Die handelnden Personen und Themen werden eingeführt *Beispiel:* Macbeth – Der Aufstieg Macbeths wird vorbereitet
    2. **Komplikation/Steigerung** – Vorbereitung des zentralen Momentes der Handlung, Verschärfung der Konflikte *Beispiel:* Macbeth ermordet Duncan und wird König
    3. **Peripetie/Klimax** – Höhepunkt mit Bruch des Protagonisten *Beispiel:* Macbeth ist auf dem Höhepunkt seiner Macht – aber Start des Krieges gegen Macbeth
    4. **Retardation/Verlangsamung** – Vorbereitung der Auflösung mit einer Phase höchster Spannung *Beispiel:* Eine Prophezeiung scheint den Fall Macbeths aufzuhalten
    5. **Katastrophe oder Auflösung** *Beispiel:* Macduff tötet Macbeth

Aufbau II

- Viele Filme folgen einem klassischen Aufbau
  - Drei-Akt-Schema (Hollywood)
    1. **Exposition/Einleitung** – Einführung von Personen und Themen hin zu einem Punkt, der eine grundlegende Wendung bringt (etwa 25% der Filmlänge) *Beispiel:* Star Trek – James T. Kirk bis zum Eintritt in die Starfleet

2. **Konfrontation** – Hinarbeitung zur Lösung/Konfrontation im zentralen Punkt und darauf folgende Hinwendung des Protagonisten zu einer Lösung (etwa 50%) *Beispiel:* Geschehnisse auf Vulcan, bis zu dessen Zerstörung (zentraler Punkt), danach wird Kirk abgesetzt und Begegnung mit Spock und Scotty
3. **Auflösung und Schluß** – Hinarbeitung zur Lösung des Problems im Klimax, danach ein paar Minuten zum Abkühlen *Beispiel:* Kirk kommt zurück zur Enterprise und kann die Zerstörung der Erde verhindern

Video 8.3: Tatort in 123 Sekunden

☞ Der typische Tatort in 123 Sekunden [2:07]

Video 8.4: Charlie Brooker – News

☞ Charlie Brooker's How to Report the News [2:02]

Planung und Material

- Kamera: Im Amateur- und im semiprofessionellen Bereich haben sich digitale Kameras inzwischen weitgehend durchgesetzt
- Im professionellen Bereich bis hin zu großen Hollywood-Produktionen werden diese gleichfalls vermehrt eingesetzt (mit proprietären Aufnahmeformaten)
- Am besten mit Rohformaten arbeiten
- Die Archivierung digitaler Masterkopien ist derzeit noch signifikant teurer als die analoger Master
- Bei digitaler Aufnahme solle ein guter Monitor vor Ort vorhanden sein, um die Einstellungen zu überprüfen

- Audioaufnahmen stellen erhöhte Anforderungen an die Qualität der verwendeten Mikrofone
- Weitere Materialien wie Beleuchtung notwendig

5.2 Produktion

Kameraeinstellungen

- Kameraeinstellungen dienen kommunikativen Zwecken
- Zahlreiche Kameraeinstellungen, die jeweils unterschiedlichen Zwecken dienen
  - Weite Einstellung als "establishing shot" zum Einstieg in eine Szene
  - Die Totale zeigt die beteiligten Personen mit erkennbaren Teilen der Umgebung
  - Die Halbtotale zeigt immer noch einen ganzen Menschen und eignet sich z.B. für die Darstellung von Gesten und Bewegungen
  - Die Amerikanische Einstellung zeigt einen Menschen vom Kopf über den Oberkörper bis zu den Hüften (für Cowboy-Duelle)
  - Eine Halbnahe Einstellung zeigt nur den Oberkörper
  - Eine Nahaufnahme (Close-Up) zeigt die Büste einer Person

Beispiel Kameraeinstellungen

Abbildung 6.9: Typische Kameraeinstellungen (v.l.n.r.): Weit, Totale, Halbtotale, Amerikanisch, Halbnah, Nah

Weitere Kameraeinstellungen

- Neben diesen klassischen Einstellungen gibt es noch weitere Differenzierungen,
  - Detailaufnahmen
  - perspektivische Aufnahmen (z.B. "over the shoulder")
  - Gruppenaufnahmen (z.B. "Two Shot")
  - auch Genrespezifisch
- Auswahlkriterium ist, das jeweils die
  - richtigen und wichtigen Informationen vermittelt und
  - die gewünschte Wirkung erzielt wird
- Dabei auf die Sehgewohnheiten Rücksicht nehmen

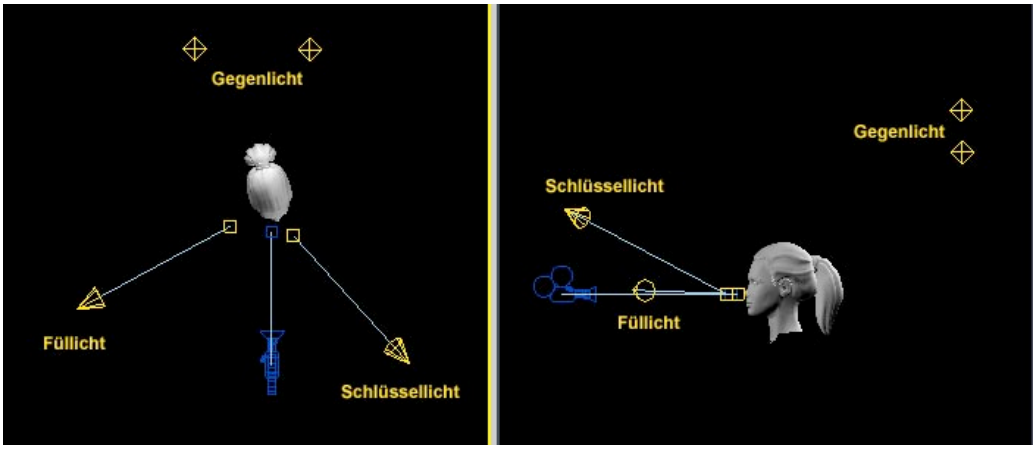
Beleuchtung

- Die Beleuchtung einer Szene ist sowohl in der Photographie als auch beim Film wesentlich für:
  - den räumlichen Eindruck,
  - die Stimmung der Szene,
  - die Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit von Objekten,
  - die Wirkung von Bestandteilen der Szene.
- Aufnahmen bei Tageslicht sind besser bei bewölktem Himmel als bei Sonnenschein, da sonst Kontraste zu stark sein können
- Mit Schirmen und Reflektoren können störende Effekte kompensiert werden
- Diese Komposition ist nicht nur bei "realen" Filmen wichtig, sondern sollte auch bei den Lichtmodellen animierter Filme berücksichtigt werden.
- Dies gilt im besonderen, falls animierte (CGI-) Szenen mit realen vermischt werden.

Beleuchtung

- In Innenräumen arbeitet man häufig mit einer Vierpunkt- oder Dreipunktausleuchtung
  - **Führungslicht/Schlüssellicht (Keylight)**: Beleuchtet die wichtigsten Objekte etwas schräg von vorne und oben und simuliert das Sonnenlicht. Es sollte nicht direkt von vorne kommen, um den räumlichen Eindruck zu betonen.
  - **Spitzlicht/Gegenlicht**: Von hinten, erzeugt klare helle Konturen um die ausgeleuchtete Person oder da Objekt. Es trennt Vorder-und Hintergrund und schafft Raum.
  - **Aufhellicht (Fillight)**: Mildert harte Schatten durch das Führungslicht, ist aber schwächer als dieses.
  - **Hintergrundlicht (Backlight)**: beleuchtet hinter den ausgeleuchteten Objekten dem Hintergrund

Beispiel 3-Punkt



Material Frank Steinicke

Beispiel 3-Punkt Resultat

Material Frank Steinicke

Beispiel 4-Punkt

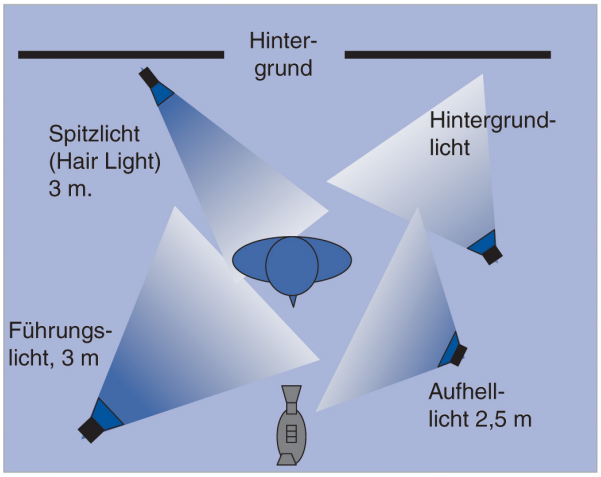


Abbildung 6.10: Aufbau einer Vierpunktausleuchtung

Kontinuität

- **Kontinuität** ist ein wichtiges Element für den Gesamteindruck des Films
- Kontinuitätsfehler lenken die Aufmerksamkeit weg von der erzählten Geschichte und mindern die Fähigkeit des Betrachters, die Story aus dem Plot zu rekonstruieren
- Typische Fehler zwischen Einstellungen sind:
  - Objekte wechseln die Hand
  - Kleidung, Requisiten oder die Anordnung wechseln
- Abhilfe können detaillierte Anweisungen im Storyboard schaffen, ferner ein "Kontinuitäts-Kontrolleur"
- Im besonderen wenn im Plot aufeinander folgende Einstellungen zu unterschiedlichen Zeiten gedreht werden ist sorgfältige Dokumentation unerläßlich

Kontinuität (contd.)

Einige weitere Richtlinien, die zur Wahrung der Kontinuität wichtig sind:

- **Aktionen** dürfen nicht doppelt auftreten
- **Blickrichtung** muß beibehalten werden
- **Bewegungen** von Objekten/Personen müssen i.d.R. zwischen Einstellungen die gleiche Richtung haben.

- **Graphische Kontinuität**: ein sanfter Übergang zwischen Einstellungen (Balance der Figuren, Symmetrie, Beleuchtung, Farben)
- Der **Rhythmus** muß zur Bildeinstellung passen. Daumenregel: Einstellungen in der Totale länger als in der Halbtotalen länger als Close-Up
- **Räumliche Kontinuität**

Räumliche Kontinuität

- Die 180-Grad-Regel soll sicherstellen, daß für den Betrachter die relative Position von Objekten oder Personen in einer Szene erhalten bleibt
- Die Kamera bleibt auf einem gedachten Halbkreis von 180 Grad und wird nie auf die gegenüberliegende Seite positioniert
- Bei einem Achsensprung über mehr als 180 Grad würden Personen z.B. die Seiten tauschen
- Während eines Dialoges z.B. kann die Kamera auf dem Halbkreis verschiedene Positionen einnehmen
- Begründete Ausnahmen sind natürlich immer zulässig und können für interessante Einstellungen sorgen
- Beispiel: Kamerafahrten um die Objekte herum, oder die bekannten Fahrten um "eingefrorene" Bewegungen in "The Matrix"

180-Grad-Regel

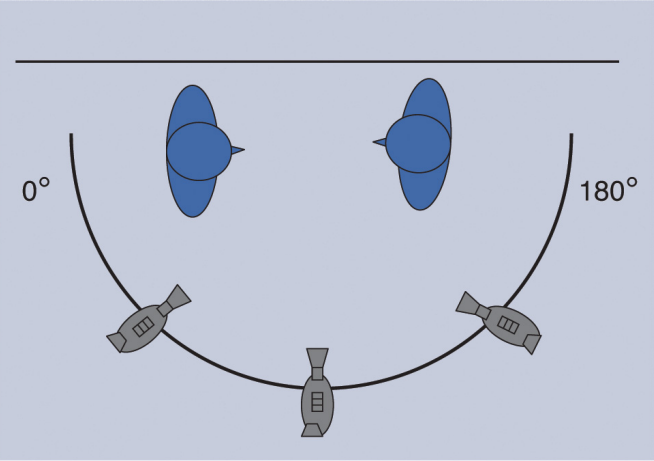


Abbildung 6.11: 180-Grad-Regel beim Film

5.3 Postproduktion

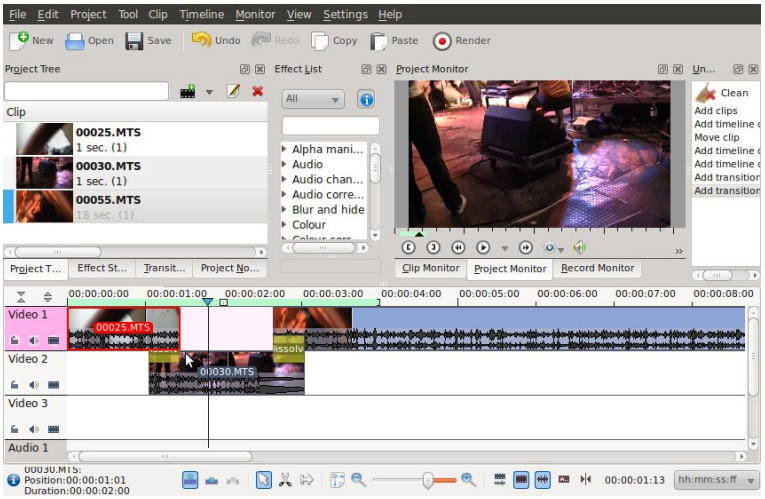
Postproduktion

- Nachdem das Rohmaterial gedreht wurde beginnt ein langwieriger Prozeß, in dem der Film bearbeitet, geschnitten, Effekte integriert und Fehler korrigiert werden
- Je mehr hier noch getan werden soll, um so wichtiger ist es das Rohmaterial (Footage) in guter Qualität zugreifbar zu haben (unkomprimiert, indexiert)
- Film kann auch noch inhaltlich geändert werden
  - Beispiel Bladerunner: optimistische Szene am Schluß in der ersten Kinofassung, Harrison Ford als Erzähler
- Professionelle Produktionen werden häufig einem Testpublikum gezeigt, um Reaktionen zu testen, und danach ggf. geändert
- Im Extremfall werden Szenen nachgedreht

Schnitt und Bearbeitung

- Digitaler Schnitt: **Non-Linear Editing (NLE)**
- Gegensatz zur linearen Arbeit mit analogen Filmen wo der Film linear von vorne bis hinten durch "ankleben" von Abschnitten aufgebaut wurde
- Im digitalen Bildschnitt ist es viel einfacher, zurück zu springen und dort Änderungen vorzunehmen
- Zu den typischen Eigenschaften von NLE-Programmen zählen:
  - Definition mehrerer Audio- und Videospuren, die überlagert oder aus- und eingeblendet werden können
  - Effekte für Übergänge, Title, Animationen etc.
  - Regler für die Anpassung der Geschwindigkeit der Filmsegmente

Beispiel NLE



☞ service4me.at – KDEnlive

Bildbearbeitung

- Da der digitale Film ja aus digitalen Einzelbildern besteht sind auch Möglichkeiten der Bildbearbeitung gegeben
  - Änderung der Histogramme, Kontraste, Farbsättigung
  - Skalierung, Verzerrung
  - Ersetzen von Farben
  - Filter wie Scharfzeichner, Weichzeichner etc.
- Darüber hinaus Werkzeuge für bspw.
  - Statische Graphiken
  - Animationen
  - Audio- und Textelemente

Audiospuren

- Bei der Gestaltung der Audiospuren ist besonders darauf zu achten, daß auch der Sound räumlich angeordnet sein kann
- Dies kann über Stereoeffekte, Verzögerungen und Filter gesteuert werden
- Als Audioquellen dienen typischerweise
  - Sprecher
  - Umgebungsgeräusche (Atmo)
  - Musik
  - spezielle Soundeffekte (je nach Genre)

Schnittarten

- Typischerweise nicht nur ganz harte Schnitte eingesetzt
- Übergänge helfen, die Geschichte zu erzählen
- Verschiedene haben Übergänge unterschiedlichen Charakter
  - Direkte Schnitte markieren einen klaren Übergang innerhalb einer Szene
  - Ein- und Ausblendungen bewirken einen Theater-Effekt (der fallende Vorhang) und sind gut für Anfang und Ende eines längeren Abschnitts, bei dem zwei Einstellungen deutlich getrennt werden sollen
  - Überblendungen suggerieren Wechsel von Raum und Zeit
  - Wischer sind Übergänge, bei denen quasi ein Bild ein anderes wegschiebt – eher unüblich und dienen eher humoristischen Zwecken oder um räumliche oder zeitliche Entwicklungen zu verdeutlichen
  - Weitere spezielle Effekte bieten zahlreiche Möglichkeiten, sollten aber sparsam eingesetzt werden

Audioschnitt

- Schnitte der Audiospur müssen den Schnitten der Videospur angepaßt werden
- Der Ton wird häufig genutzt, um Videosequenzen zusammen zu binden (Tonbrücke)
- Beispiele sind der J-Schnitt, der kurz vor dem Videoschnitt erscheint, oder der L-Schnitt, der danach erfolgt

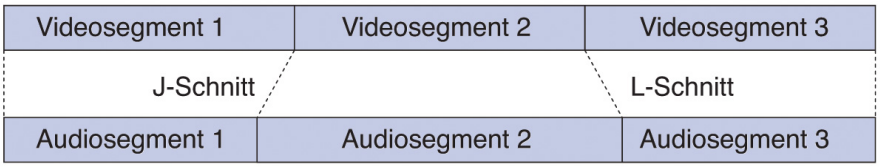


Abbildung 6.12: Verzahnung von Audio- und Videospur beim J-Schnitt und beim L-Schnitt

Graphik und Effekte

- Neben eigenen Bildmaterial kann eingesetzt werden
  - Bilder und Audio
  - Animationen
  - Fremdes (Film-) Material
  - Material von Screen Capture Software
- Dies kann dazu dienen, nicht filmbares Material einzubinden
  - exotischer Drehort
  - Science-Fiction-Technologien
- In Dokumentationen können Sachverhalte erläutert oder Daten illustriert werden

Einbindung

- Solche Elemente können eingebunden werden
  - als eigene Filmsegmente
    - Beispiel: Photographie in eigener Filmsequenz
  - als Überlagerung über dem Film
    - Beispiel: Abspann, Untertitel
  - transparent überlagert
    - Beispiel: Spezieller Effekt, z.B. bei der Veranschaulichung von Daten
  - durch Überlagerung mittels Chroma Keying
    - Beispiel: Green Screen, Blue Screen des Nachrichtensprechers

Chroma Keying

- Hier können Objekte oder Personen vor einem neuen Hintergrund gesetzt werden
- Dazu wird das Objekt oder die Person vor einem einfarbigen Hintergrund gefilmt
- Bei der Postproduktion wird diese Farbe durch einen Alphakanal ersetzt (Transparent)
- Eine zweite Spur wird mit dem Hintergrund erstellt, vor dem das Objekt oder die Person auftauchen soll
- Beide werden danach überlagert
- Auf Dinge wie Perspektive, Anordnung, Beleuchtung, Fokus, Brennweite, Stimmung etc. achten

Chroma Keying (contd.)

- Wichtig ist die Wahl der richtigen Farbe
- Normalerweise werden Blau oder Grün verwendet
- Diese sind Grundfarben des RGB und lassen sich leicht identifizieren
- Aufnahmen von Menschen sollten Rottöne vermeiden
- Auch sollte die Farbe nicht in Objekt oder Person auftauchen (Achtung bei Kleidung!)
- Eventuell Nachbereitung des Materials vor dem Zusammenfügen
  - Histogrammausgleich
  - Helligkeitsausgleich
  - Angleichung der Schärfe
- Keying aufgrund anderer Merkmale (Depth Keying) ist ebenfalls denkbar

Beispiel Chroma Keying

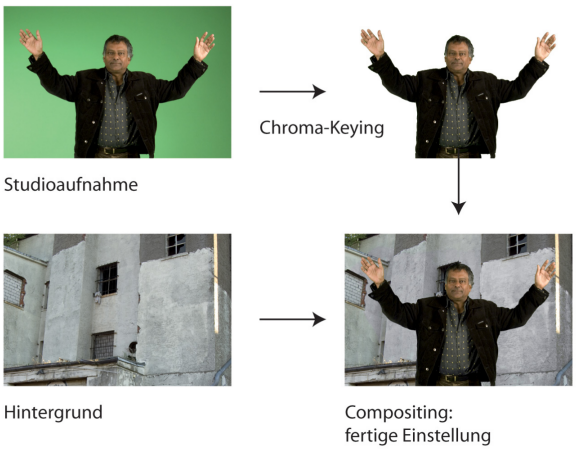


Abbildung 6.13

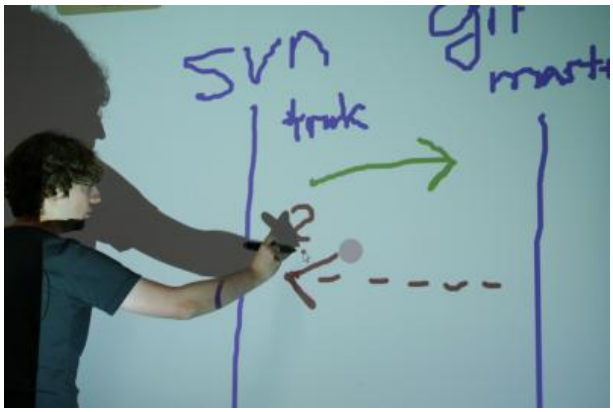
Beispiel Chroma Keying (contd.)

☞ Angel Filmstudio – Animation and Compositing

Beispiel Depth Keying: Whiteboards

Nutzung von Whiteboards (cc-by Juhan Sonin)

Beispiel Depth Keying: ShareBoard

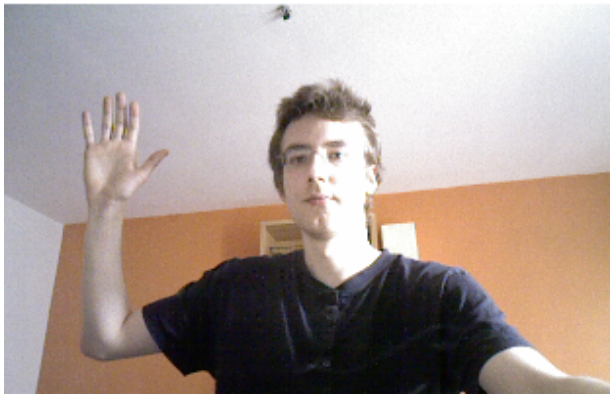


ShareBoard elektronisches Whiteboard

Beispiel Depth Keying: Technologie

Tiefenbildkamera Asus Xtion Pro, Bildquelle: Asus

Beispiel Depth Keying: Original



Originalaufnahme, Bildquelle: M. Rogat

Beispiel Depth Keying: Tiefenbild

Tiefenbild, Bildquelle: M. Rogat

Beispiel Depth Keying: Alphakanal

Weichgezeichneter Alphakanal, Bildquelle: M. Rogat

Beispiel Depth Keying: Bildausschnitt

Bild ohne Hintergrund, Bildquelle: M. Rogat

Beispiel Depth Keying: ShareBoard

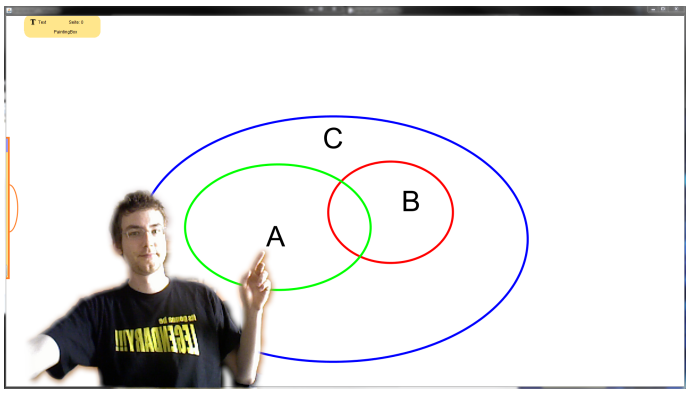


Bild in der Applikation, Bildquelle: M. Rogat

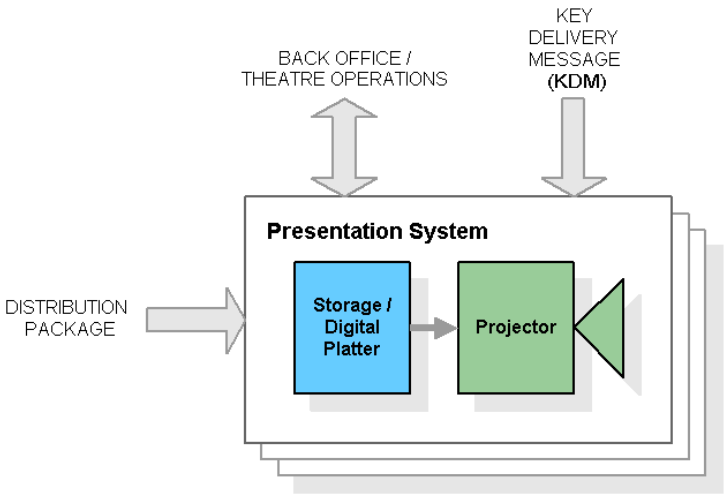
Zielformat

- Letzter Schritt ist die Auswahl eines geeigneten Zielformats für die Distribution
- Auswahl von Kino, TV, DVD, PC-Media-Player, Browserbasierte Wiedergabe
- Kompressionsrate und der resultierende Speicherbedarf werden durch die angenommenen Übertragungsraten und den Speicherplatz des Mediums bestimmt
- Für Online angebotene Filme sollte Streaming in Betracht gezogen werden
- Für offline-Medien ist die Größe des Mediums ausschlaggebend
- Für verschiedene Medien könne auch unterschiedliche Versionen des gleichen Films erzeugt werden

Digitale Kinodistribution

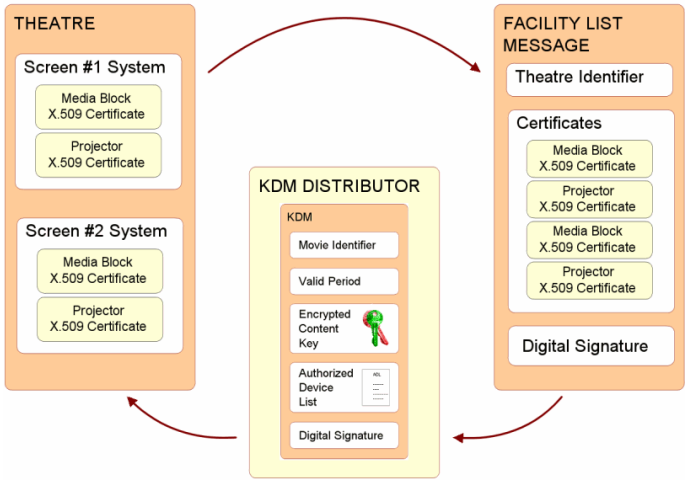
- Die Digital Cinema Initiative (DCI) ist ein Dachverband amerikanischer Filmstudios
- Verwaltet den gleichnamigen Standard für Digitales Kino
- Hauptaufgabe ist die Durchsetzung des Standards, vor der ersten Version (2005) gab es mehrere inkompatible, konkurrierende Systeme
- Filme kommen als Digital Cinema Package (DCP)
- DCI spezifiziert neben den technischen Bedingungen (Bildgröße, Bittiefe) dieses DCP, die technische Spezifikation der Inhalte obliegt der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)
- Zum Abspielen eines DCP ist noch die Key Delivery Message (KDM) notwendig
- Eine KDM macht die Entschlüsselung eines DCP in einem engen Zeitfenster möglich, damit die Verleiher die Kontrolle über die Anzahl der Abspielvorgänge haben

Prinzip: DCP und KDM



Quelle: MKPE Consulting

KDM: Kryptographie



Quelle: MKPE Consulting

Schöne neue (digitale) Welt?

- Standardformate für die Digitale Projektion sind:
  - bis zu 2048x1080 (2K), 24 frame/s oder 48 frame/s
  - bis zu 4096x2160 (4K), mit 24 frame/s
- Theoretische Auflösung von 35mm Film ist größer als 2K
- Consumer-Geräte mit 1080p/1920x1080 nur marginal schlechter als 2K, aber üblicherweise auf kleineren Bildschirmen ausgegeben

"I'm still shooting on celluloid; I'm still shooting on 35mm film [...] I love film and I'm not planning any time soon to convert to the Red Camera [or] to shoot a digital movie. [...] I guess when the last lab goes out of business, we'll all be forced to shoot digitally and that could be in eight-to-ten years. It's possible in ten years' time there will be no labs processing celluloid." Steven Spielberg, 2011

6 Bildnachweis

Alle Abbildungen, wenn nicht anders angegeben, aus:
Malaka, Rainer; Butz, Andreas; Hussmann, Heinrich: *Medieninformatik – Eine Einführung*. ISBN 978-3-8273-7353-3, München: Pearson Studium, 2009.