


BRINGT BESONDERES ZUSAMMEN



vgrade - Tux grades Videos

High quality image processing for
cinema-like videos

Dipl.-Ing. Dr. Robert Matzinger

Wo? Wer?



Fachhochschule Burgenland
Eisenstadt, Pinkafeld





Studiengänge (z.B.):

- Information, Medien, Kommunikation
- IT Infrastruktur Management
- Cloud Computing Engineering
- ...

Robert Matzinger / Vgrade – FrOSCon 2015



Termin:
Fr. 23.5. 2014 ab 12:30
Sa. 24.5. 2014 ab 10:00

Ort:
Studienzentrum
Eisenstadt, Campus 1
Fachhochschule Burgenland
Informationstechnologie und
Informationsmanagement
www.linuxwochen.at

Eintritt frei

Vorträge:
Video-Bearbeitung, Python-News, freie E-Books,
LaTeX, Smartphone&Owncloud, ... u.v.m.

Special: Fr., 23.5., 17:00
Der große Lauschangriff - Die Waffen der NSA
Was uns Snowden und Co über unsere IT lehren
Chancen für ein neues IT-Zeitalter
Impulsvortrag, Publikumsdiskussion

Robert Matzinger / Vgrade – FrOSCon 2015

Die Geschichte dieses Vortrags

- Es war einmal...
... ein Fotograf, der Videos drehen wollte ...
- Ziel:
 - Feature Videos, Videoprojekte
 - Tolle Bilder!
- Nichtziele:
 - Schnelle Publikation
 - Profit

Robert Matzinger / Vgrade – FrOSCon 2015

Cinematographic Video

- ... “Cinema Quality” accurately describes a camera’s shallow depth of field, large sensors, and ability to use interchangeable lenses ...
<http://crewscontrol.com/index.php/blog-central/shooting-with-digital-latitude-s-log-log-c-luts>
- Charakteristikum:
 - Nachbearbeitung der “Bilder” ist fixer Bestandteil des Arbeitsprozesses
 - “Grading”
 - Roh-Videos; oft: Exposure to the right, Log-Curves

Robert Matzinger / Vgrade – FrOSCon 2015

Color Grading



Common DSLR Shot RAW Wide Dynamic Range Final Color Graded Shot



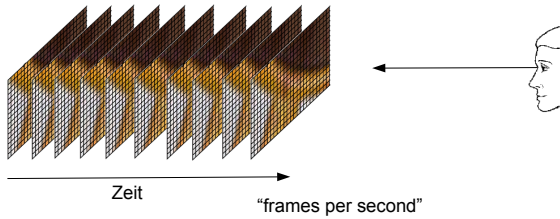
Automatisches Grading Händisches Grading

[Quelle: Blackmagic]

Robert Matzinger / Vgrade – FrOSCon 2015

Grundlagen Film

- Bewegte Bilder



- Codierung, Kompression: Codec

Codecs für Roh-Videos

... und WIP

Hohe Auflösung, keine B-Frames, hohes Compression Level, progressive (not interlaced), ...

- RawDNG
 - 16bit Raw Files in Folder
- 10bit Prores, prores yuv422p10le
- Mjpeg, mjpeg yuvj420p ← Cinelerra
 - JPG-Files in Container
- ...

Codecs für Roh-Videos

... und WIP

- RawDNG
 - 16bit Raw Files in Folder
 - ~2.7 gigabytes per minute == 23 min auf 64GB
- 10bit Prores, prores yuv422p10le
 - ~1.2 gigabytes per min == 53 min auf 64 GB
- Mjpeg, mjpeg yuvj420p
 - JPG-Files in Container
 - ~0.3 gigabytes per min == 3:20 auf 64 GB
- ...

Hardware - Cameras

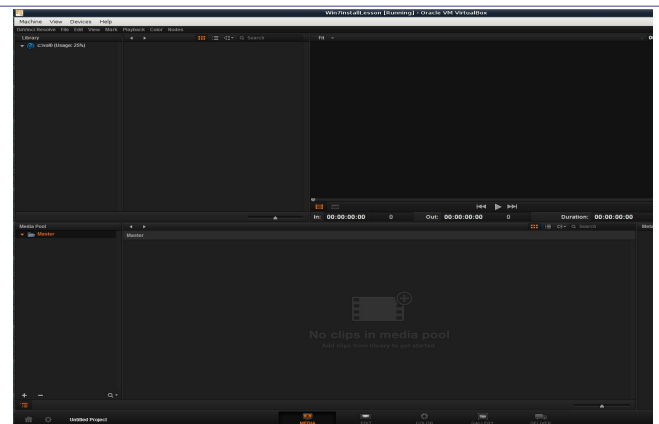


Die "Profi"-Tools

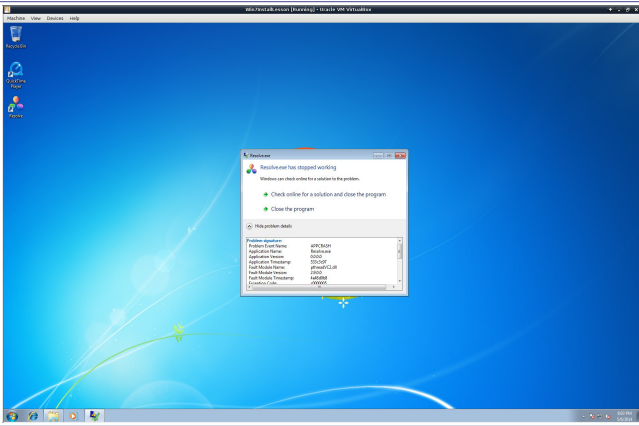
- Filmlight ???
- Adobe Speedgrade
 - ca. € 1200,-
- The Grading Sweet + Adobe Final Cut Pro
 - ca. € 700,-
- Blackmagic DaVinci Resolve
 - Lite Gratis Version – nur Win&Mac, spezielle Hardware?
 - ca. \$ 1000,- PLUS HARDWARE (auch für RHEL Linux; nur!)
 - Station: \$ 30000,-



Die "Profi"-Tools – DaVinci Resolve



Die "Profi"-Tools – DaVince Resolve

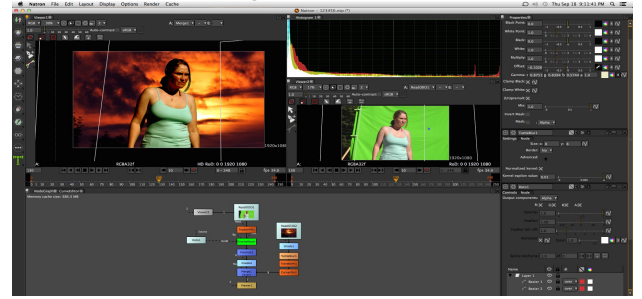


(demo 1a)

A word on "Natron"



- "... compositing at hand" <https://natron.inria.fr/>



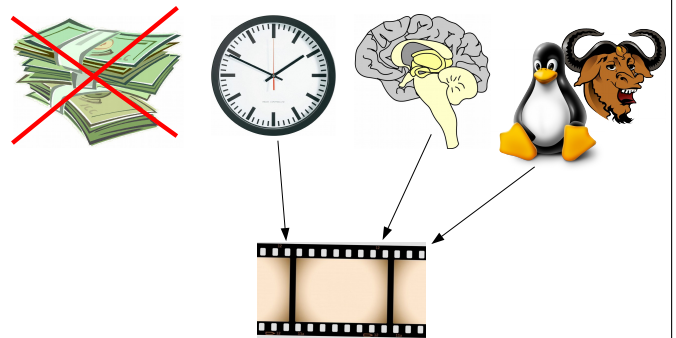
- Node based Video compositing and grading tool ... vgl. Blender

vgrade Requirements/Features

vgrade ist NICHT als Konkurrenz zu den "Profi"-Compositing-Tools für gedacht

- Keine Spezialhardware
 - Läuft im Hintergrund in der Idle-Time eines billigen Servers
- Grading in Script codiert
 - Archivierbar, flexibel, vergleichbar, versionierbar, Teile austauschbar.
- Verwende vorhandene (best of breed) software
 - Aus der Bildbearbeitung bekannt
- Hauptaugenmerk: Bildqualität (not compositing)
 - Rauschunterdrückung, Schärfung, Upsampling

Ressourcen



Idee: Command-Line und Scripts

- Es existiert **HERVORRAGENDE** Command Line-Software
- Reproduzierbar, archivierbar, langlebig
- Rendering-"Farm" leicht möglich
 - ssh-Verbindung reicht aus
- Leider: Nicht alle TOP-Features in einem

Software

- **FFmpeg**
 - Das "Swissknife" der Video-Bearbeitung
 - UNGLAUBLICH viele Filter und Möglichkeiten
 - Auf Videos deutlich schneller als die Bild-Tools
 - schlecht dokumentiert – ausprobieren kostet sehr viel Zeit
 - keine echte 48bit-Umrechnung
 - Meldung "16bit Chroma Interpolation not yet implemented"
 - Hald-CLUTs funktionieren nicht

Software

- ImageMagick
 - DER Klassiker der Command-Line-Bildbearbeitung
 - Unglaublich viele Möglichkeiten und Optionen
 - Hald-CLUTs
 - 48-bit Arithmetik
 - Unübersichtlich, schwer zu lernen
 - Mäßig dokumentiert
 - Langsam



Software

- GraphicsMagick
 - Fork von Imagemagick
 - weniger Möglichkeiten
 - SCHNELL, guter Batch-Modus
 - Hald-CLUTs
 - 48-bit Arithmetik nur wenn man es selbst aus dem Source-Code compiliert
 - Etwas übersichtlicher
 - Mäßig dokumentiert



Software

- GMIC
 - Völlig anderes Konzept als Imagemagick
 - Floating Point Operations (≥ 48 bit)
 - DIE BESTEN NOISE-Reduction- und Schärfungs-Algorithmen
 - Wissenschaftlich fundiert...
 - Viele Tricks möglich
 - Gutes Handbuch, übersichtlich
 - Keine Hald-CLUTs



Software

- OpenColorIO
 - Konversion von LUTs
- DCRAW
 - Extraktion von RAW-Files
- Bash-Scripting
- Geeqie
- GIMP
- ffplay, vlc, ...

Installation

```
apt-get install opencolorio-tools # Installed: 1.0.8-dfsg0-2.1+b1
apt-get install imagemagick      # Installed: 8:6.8.9.9-5
apt-get install gmic             # Installed: 1.5.7.1-4+b1

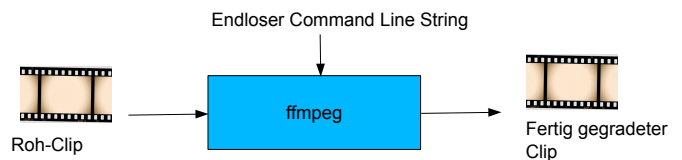
nano /etc/apt/sources.list
http://www.deb-multimedia.org/ jessie/main amd64 Packages
apt-get install ffmpeg          # Installed: 10:2.2.1-dm01

apt-get install build-essential
apt-get source graphicsmagick
cd graphicsmagick-1.3.18
nano debian/rules
## find line: ./configure $(gm_confflags) \
## add:
# -with-quantum-depth=16 \

apt-get build-dep graphicsmagick
dpkg-buildpackage
dpkg -i ../graphicsmagick_1.3.18-2_amd64.deb \
../libgraphicsmagick++3_1.3.18-2_amd64.deb \
../libgraphicsmagick3_1.3.18-2_amd64.deb
gm version | grep quantum
```

Workflow?

- Ideal:



- Leider:

- Keine 48bit-Verarbeitung
- Keine Hald-CLUTs

Unterteilung

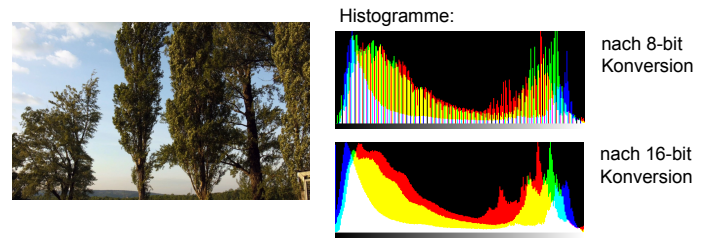
I.) Farbkonversion

II.) Bildverbesserung

- Sharpening
- Deshake
- ...

Warum 48 bit Farbtiefe?

- Steigung der Gradationskurve vermindert relative Auflösung



(demo 2), demo 3

ETTR und LOG-Curves

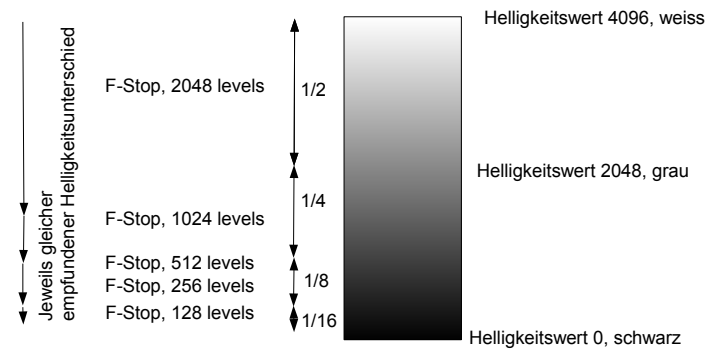
- Grundproblem
Helligkeit Bildschirm/Sensor/Projektor
Linear

Helligkeitsempfinden des Auges
Logarithmisch

Halber Helligkeitswert == ein F-Stop
(Blende) dunkler

ETTR und LOG-Curves

- Beispiel: 12 bit ... 4096 Helligkeitsstufen



ETTR und LOG-Curves

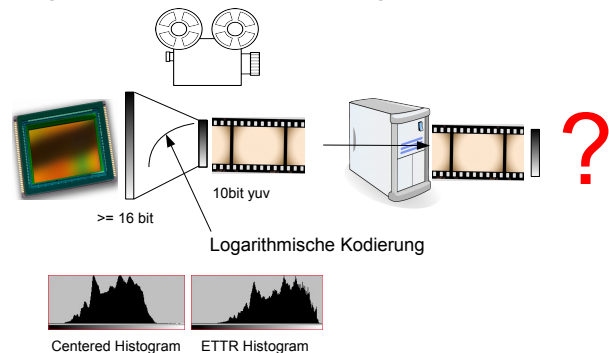
- Problem: Gradation in dunklen Bildbereichen
- Problem: Signal-to-noise-Ratio in dunklen Bildbereichen
- Problem: Aufhellen von dunklen Bildbereichen → Banding

- Abhilfe: "Exposure to the right" == ETTR
LOG, LOG-C

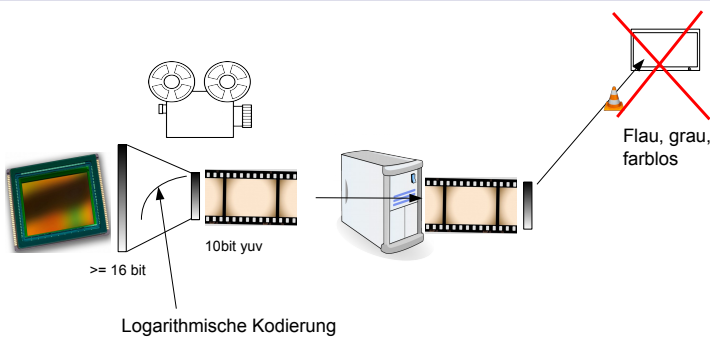
- CINEMATOGRAPHIC

ETTR und LOG-Curves

Logarithmische Kodierung, Exposure to the right

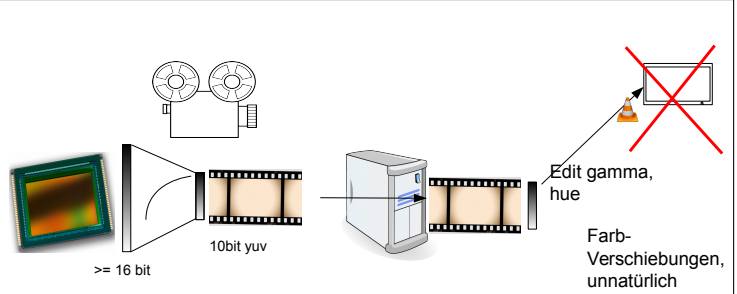


ETTR und LOG-Curves

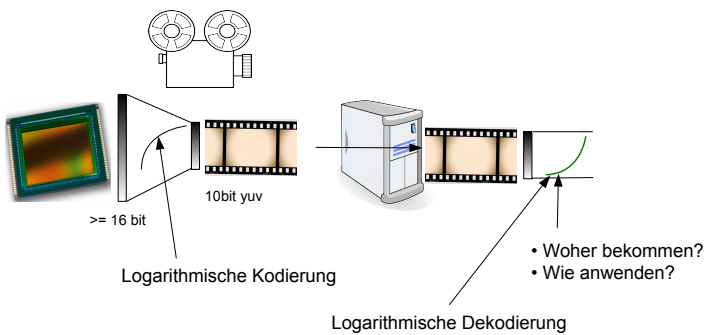


(demo 4)

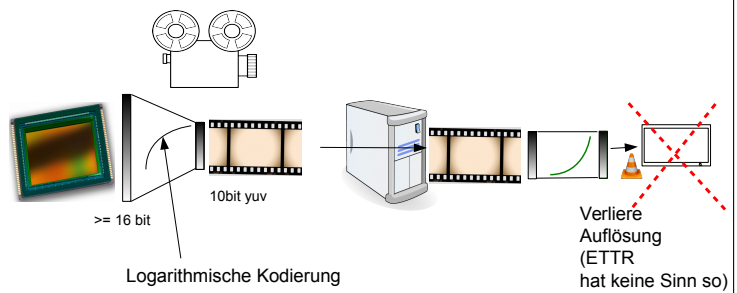
ETTR and LOG-Curves



ETTR und LOG-Curves

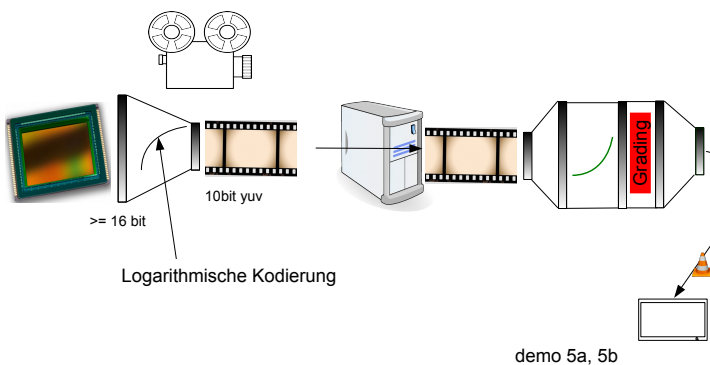


ETTR und LOG-Curves



(demo 3)

ETTR und LOG-Curves



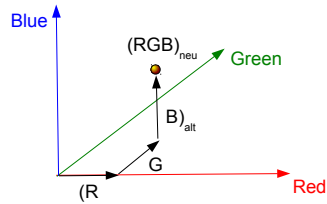
Log-Curves

- LOG-Kodierung “Log”, “LogC”, “ArriLog”, “Cinema-Style”, ...
herstellerabhängig
- Dekodierung, Color-Lookup-Table
Woher?
 - Arri ... Download
 - Sony ... Download
 - Blackmagic ... extract from software
 - Amateur Sites – DonationWare

LINKS

LUT

- Color LookUp Table



- Speichere Abbildung $(RGB)_{alt} \rightarrow (RGB)_{neu}$ als 3-dimensionale Tabelle dazwischen Interpolation
- Beliebige Color Conversions codierbar

LUT Formate

- .dat, .cube, .3dl, ...
- Conversion

```
ociobakelut --format flame --lut CameraFilmToRec709.cube CameraFilmToRec709.3dl
```

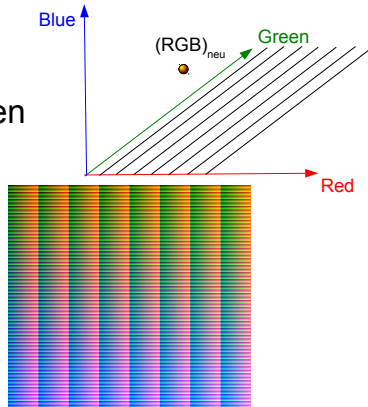
- Einsatz in ffmpeg

```
ffmpeg -i ... -vf "lut3d=CameraFilmToRec709.3dl,..." ...
```

- ABER: keine 48-bit Konversion
 - Not yet implemented
 - ffmpeg richtet sich immer nach dem letzten Format in der Konversions-Kette

Hald-CLUT

- Schneide Tabelle "in Scheiben"
- Nebeneinanderlegen → Bild
- Hald-CLUT
- Codiert eine Farb-Konversion



Hald-CLUTs (1)

- Imagemagick und GraphicsMagick verstehen Hald-CLUTs

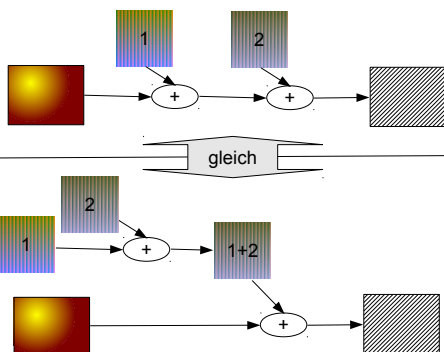
- Conversion aus .3dl-Files mit ffmpeg

```
ffmpeg -f lavfi -i haldclutsrc=8 \
-vf lut3d=CameraFilmToRec709.3dl:interp=trilinear \
-frames:v 1 -f image2 -pix_fmt rgb24 CameraFilmToRec709CLUT.png
```

Meine Hald-CLUT!

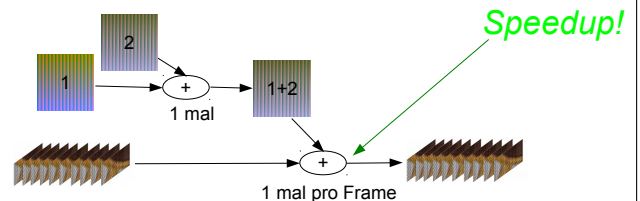
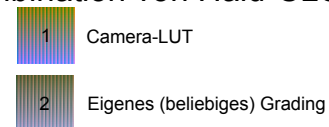
Hald-CLUTs (2)

- Hald-CLUTs lassen sich stapeln



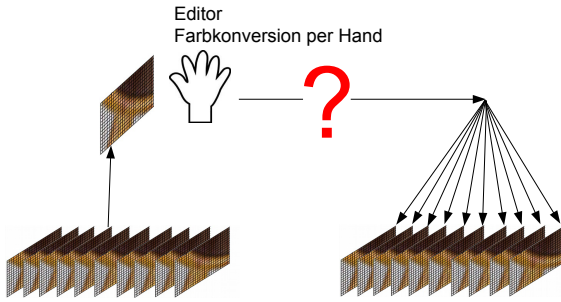
Hald-CLUTs (2)

- Kombination von Hald-CLUTs



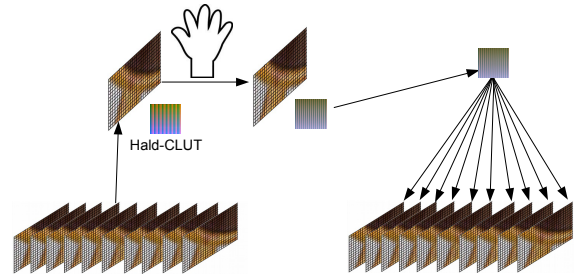
Hald-CLUTs (3)

- Problem: Übertragung von Farbkonversionen



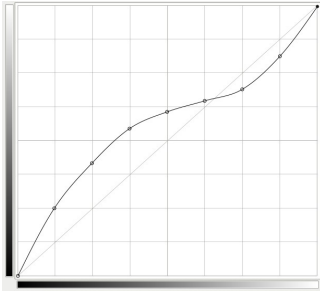
Hald-CLUTs (3)

- Lösung: 1.) Bearbeite Hald-CLUT mit!
2.) Erhalte Hald-CLUT für Videokonversion



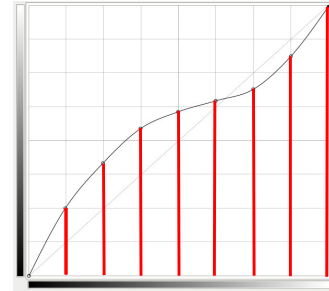
Hald-CLUTs (4)

- Farbkonversion wird gespeichert
- Übertragung 8 bit → 16 bit
- Beispiel



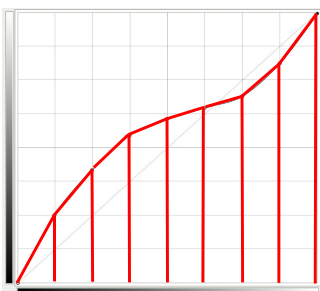
Hald-CLUTs (4)

- Beispiel: 3bit Hald-CLUT



Hald-CLUTs (4)

- Beispiel: 3bit Hald-CLUT
Interpolation

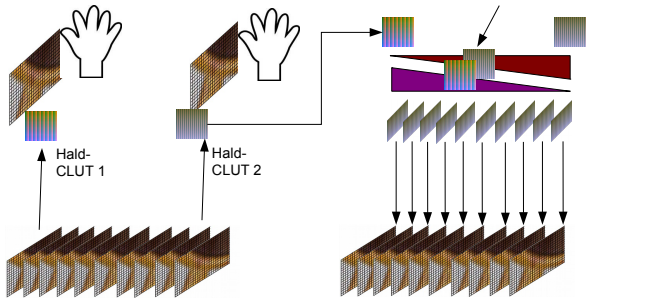


Hald-CLUTs (4)

- Übertragung 8 bit → 16 bit:
- Farbkonversion in 8 bit Hald-CLUT wird auf Bild mit 16 bit Farbtiefe angewendet.
- Interpolation → Näherung

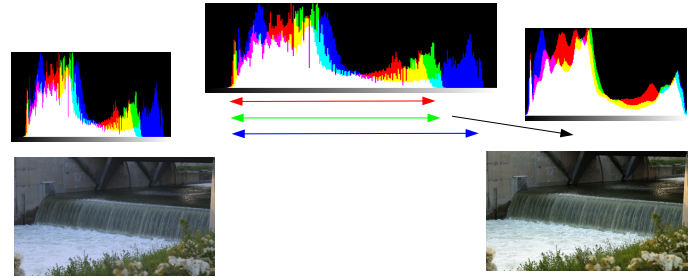
Hald-CLUTs (5)

• Verlaufendes Grading



Automatisches Grading

• Automatisches Grading durch (lineares) Histogramm-Stretching



Bildverbesserung

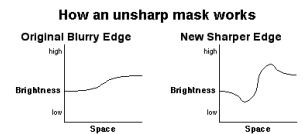
I.) Farbkonversion

II.) Bildverbesserung

- Sharpening
- Deshake
- ...

Sharpening

• Verstärkte Farbübergänge – unsharp masking



- Gibt es in ffmpeg, imagemagick, gmic, ...
- Verbesserungen möglich:
 - Deconvolution
 - "GoldMeinel"-Deblur (gmic)

Noise Reduction

- Ursache: Sensor-Rauschen
- Je wärmer der Sensor, desto mehr Rauschen
- Sensorkühlung!!!
- Noise Reduction wird oft schon in der Kamera durchgeführt.
- ABSCHALTEN!!!!

Noise Reduction

- Verschiedene Strategien möglich.
- Einfache Noise Reduction
 - Blur – Bild unschärfer machen.
 - Adaptive Blur – nur in kontrastarmen Bereichen Bild unschärfer machen.
 - (Adaptive) Chroma Blur – Nur die Farbinformation wird unschärfer gemacht

- Problem: Puderquasten-Effekt

(demo 6)

Noise Reduction

- **Komplexe Methoden**

- Wavelet denoiser

- `ffmpeg ... -vf owdenoise=depth=8:ls=5.0:cs=5.0`
- `gmic ... -denoise_haar ...`

- 2D DCT frequency domain filtering

- `ffmpeg ... -vf dctdnoiz=s=2.5:overlap=8`

- Shape Adaptive Blur

- `ffmpeg ... -vf sab=lr=0.9:lpfr=1:ls=3:cr=0.9:cpfr=1:cs=3`

- Anisotropic smoothing using diffusion PDE's

- `gmic -smooth 30,.86,0.34,0.6,1.1,0.8,30,2,1,1 ...`

Noise Reduction

-

- Wavelet denoiser

Super, aber einfach zuuuuu langsam

- `ffmpeg ... -vf owdenoise=depth=8:ls=5.0:cs=5.0`
- `gmic ... -denoise_haar ...`

- 2D DCT frequency domain filtering

Für heikle Videos, langsam

- `ffmpeg ... -vf dctdnoiz=s=2.5:overlap=8`

- Shape Adaptive Blur

Für alle Videos,

Guter Kompromiss Tempo/Qualität

- `ffmpeg ... -vf sab=lr=0.9:lpfr=1:ls=3:cr=0.9:cpfr=1:cs=3`

- Anisotropic smoothing using diffusion PDE's

demo7
paper

- `gmic -smooth 30,.86,0.34,0.6,1.1,0.8,30,2,1,1 ...`

demo8
Wissenschaftlich fundierte Methode. Für Fotografie. **SENSATIONELL!**

DeShaking

- **Eliminiere Kamera-Zittern**

- Ähnlichkeitsrechnung zwischen Frames

- 2 Passes

- `ffmpeg -vf "...vidstabdetect..."`
- `ffmpeg -vf "...vidstabtransform..."`

- **Besser: Stativ**

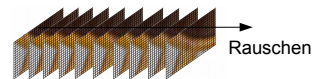
- Unschärfe im Frame durch Kamerazittern kann nicht behoben werden

- 25 fps, 180° Shutter Angle == 1/50 sec Belichtungszeit

demo 9a, 9b, 9c

Timeline Noise Removal

- **Rauschen einzelner Pixel in der Zeitachse**



- `ffmpeg -vf "... hqdn3d=luma_spatial=5 ..."`

Mein Workflow in der Praxis

- **Zentral: Video-Utility (bash)**

- **Für jedes Video ein Steuer-Script**

- Beliebige Chain konfigurierbar!

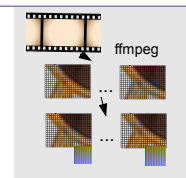
- Default Grading über automatische Auswertung der Histogramme

- Danach händisches Grading

- Wird über Hald-CLUTs auf das Video übertragen

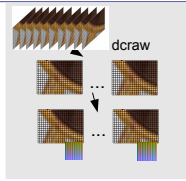
- Zwischen Beispiel-Frames werden Hald-CLUTs interpoliert

Mein Workflow – Extract



Extract:
Beispielframes (16 bit)
Identity-LUT dazu
Camera-LUT
anwenden

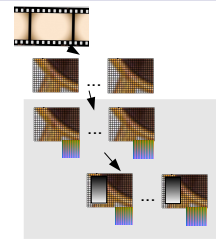
Mein Workflow – Extract (raw)



Raw images

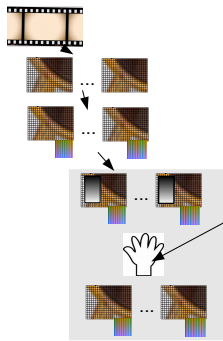
Extract:
Beispielframes (16 bit)
Identity-LUT dazu
Camera-LUT
anwenden

Mein Workflow – Histo, Color



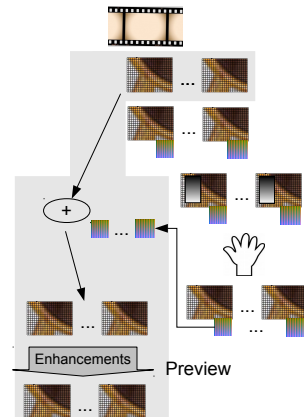
Histo:
Color:
Automatisches
Grading

Mein Workflow – Histo, Color

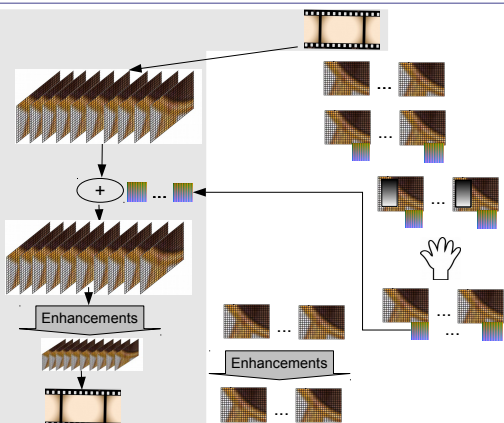


Hooks in
Geeqie,
GIMP
 *Händisches
Grading*

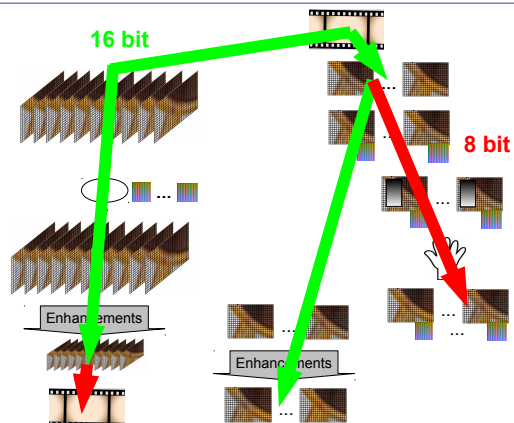
Mein Workflow – Preview



Mein Workflow – Process



Mein Workflow – Farbtiefe



vgrade Steuerscript

```

@EXTRACT ← Phasen
@ffmpeg ← Tools
  hqdn3d=luma_spatial=4 ← Optionen
@HISTO
@gm
  LUT BMLUTX ← Kürzel
@AUTOCOLOR # only color options here!
@im
  # LEVELS M,M,1 M,M,1 M,M,1
  LEVELS A,A,1 A,A,1 A,A,1
@PREVIEW
@ffmpeg
  unsharp=lx=3:ly=3:la=1.3:cx=3:cy=3:ca=0.6
@FINAL
@ffmpeg
  DESHAKE ← Kürzel
  hqdn3d=luma_spatial=4
    
```

DEMO 11

vgrade Steuerscript, Beispiel

```

@EXTRACT
@ffmpeg
  hqdn3d=luma_spatial=4
@gmic
  -smooth 30,.86,0.34,0.6,1.1,0.8,30,2,1,1
@HISTO
@gm
  LUT BMLUTX
@AUTOCOLOR # only color options here!
@im
  LEVELS A,A,1 A,A,1 A,A,1
@PREVIEW
@im
  -channel Luminosity -unsharp 0x0.8+2.5+0.06
  -channel Saturation -unsharp 0x1.2+0.8+0.06
@FINAL
@ffmpeg
  hqdn3d=luma_spatial=4
    
```

vgrade Steuerscript, Beispiel

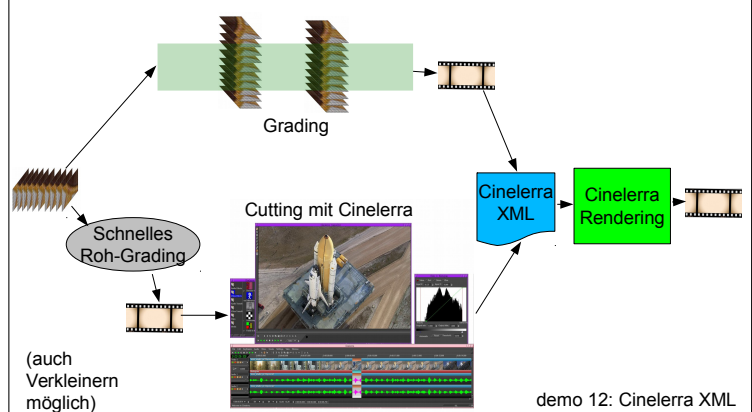
```

@EXTRACT
@im
  # Upsampling:Method from http://www.imagemagick.org/Usage/filter/nicolas/
  -colorspace RGB +sigmoidal-contrast 7.5 -filter Lanczos
  -define filter:blur=.9891028367558475
  -distort Resize 1920x1080 -sigmoidal-contrast 7.5
  -colorspace sRGB
@HISTO
@gm
  LUT BMLUTX
@AUTOCOLOR
@im
  LEVELS A,A,1 A,A,1 A,A,1
@PREVIEW
@im
  -channel Luminosity -unsharp 0x1.2+1.8+0.06
  -channel Saturation -unsharp 0x1.8+0.8+0.06
@FINAL
@ffmpeg
  hqdn3d=luma_spatial=4
    
```

Grading/Cutting Parallelisierung

- Mit (z.B.) Cinelerra:
- Parallelisierung von
 - Grading ... Video-Script, GIMP, ...
 - Cutting ... Cinelerra
 Möglich!
- Eventuell: Vorarbeit vor Compositing

Grading/Cutting Parallelisierung



Fazit ... vgrade

- Bedienung -
machbar (für mich gar nicht schlecht)
- Vorteile (von Scripts): archivierbar,
kopierbar, versionierbar, automatisierbar
- Remote Grading, Cluster leicht: ssh
- Qualität +++
Die besten Algorithmen, die es gibt!
- Ausbaufähig, adaptierbar

Zum Schluß

- Web: <http://vgrade.the-m.at>
- Kontakt:
<http://www.fh-burgenland.at/kontakt/team/team/m/>

Mind the Command Line!