

# High Dynamic Range Imaging

Semih Dinc    Ogulcan Seyran

Fachbereich Computerwissenschaften Universität Salzburg

# Übersicht

- 1 Allgemein
- 2 Anwendungsgebiete
- 3 Dynamikumfang
- 4 Dynamikkompression
- 5 HDR Endgeräte
- 6 Methoden
- 7 Formate

# Allgemein

# Allgemein

- Erzeugen von Bildern mit hohem Dynamikumfang
- Mehrere Methoden zur Erzeugung
- High Dynamic Range (HDR): Bilder mit hohem Dynamikumfang
- Standard Dynamic Range (SDR):  
Herkömmliche Bilder
- Low Dynamic Range (LDR): Bilder mit niedrigem Dynamikumfang



[www.media.macphun.com](http://www.media.macphun.com)

# Anwendungsgebiete

# Anwendungsgebiete

## Computergrafiken

Berechnen von kontrastreichen 3D Szenen

## Digitalfotografie

Detailreiche / Realitätsnahe Fotos

## Virtuelle Realität

Anpassung an virtuelle Umgebung und individuelle Komprimierung

## Überwachungssysteme

Extreme Lichtverhältnisse

## Maschinelles Sehen

Erfassen von Bilddetails für maschinelle Verarbeitung

## Medizin

Kleine Bildsensoren und geringe Helligkeit

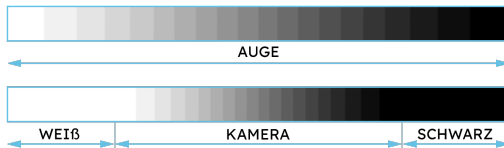
## Architektur

Abbild von Lichtverteilungen in Szenen

# Dynamikumfang

# Dynamikumfang

- Verhältnis zwischen der hellsten und dunkelsten Stelle
- Je größer der Dynamikumfang desto mehr Helligkeitsabstufungen sind verfügbar
- Niedriger Dynamikumfang sorgt für detailarme Bilder
- Begrenzter Dynamikumfang in Kameras
- Menschliches Auge um vielfaches höheren Dynamikumfang
- Informationsverlust bei dunklen und hellen Stellen
- Lichtstopps bestimmen Dynamikumfang



[www.littleowlpictures.de](http://www.littleowlpictures.de)



# Lichtstopp

## Besagt wieviel Licht durchkommt

+1 F-Stop halbiert die Menge an Licht

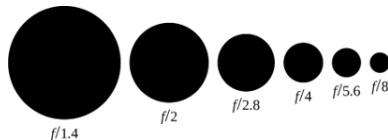
-1 F-Stop verdoppelt die Menge an Licht

## Dynamikumfang berechnen

$f/4$

$2^4 = 16$

Dynamikumfang 1 : 16



[www.en.wikipedia.org/wiki/User:Cbuckley](http://www.en.wikipedia.org/wiki/User:Cbuckley)

## Kamera

$f/17 - 1 : 130\,000$

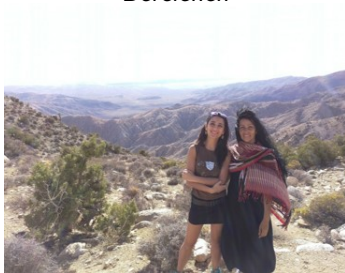
## Menschliches Auge

$+ f/20 - 1 : 1\,000\,000$

# Vergleich

## Niedriger Dynamikumfang

Informationsverlust und Verfälschung  
von Farben in zu hellen und dunklen  
Bereichen



[www.ai.googleblog.com](http://www.ai.googleblog.com)

## Hoher Dynamikumfang

Informationen erhalten, Strukturen  
erkennbar, Farben realitätsnahe  
dargestellt



[www.ai.googleblog.com](http://www.ai.googleblog.com)

# Dynamikkompression

# Dynamikkompression

- Komprimierung des Dynamikumfangs um HDR Inhalte auf herkömmlichen Endgeräten darzustellen
- Helligkeitsbereich vom Bild muss so komprimiert werden, dass es in den Helligkeitsbereich des Endgeräts passt
- Großes Spektrum an Kontrast und Dynamik geht verloren
- Mit guter Kompression sehen HDR Inhalte auch auf SDR Bildschirmen gut aus



[www.redway3d.com](http://www.redway3d.com)



# Dynamikkompression bei Endgeräten



[www.terms.tta.or.kr](http://www.terms.tta.or.kr)

# HDR Endgeräte

# Allgemein

- In der Lage viel höhere Dynamikbereiche zu repräsentieren
- Um ein vielfaches hellere Darstellung (Nits)
- Je heller der Bildschirm desto mehr Dynamik kann er wiedergeben

# Darstellungsspektrum





# Methoden

# HDR Kamera

- Leistungsfähige Sensoren
- Einsatz unter extremen Lichtbedingungen
- Nutzung spezieller Verfahren und Algorithmen

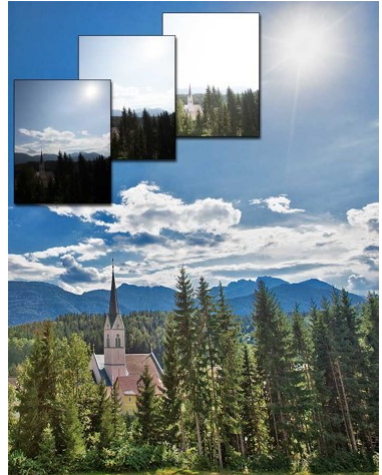
## **HDRC (High Dynamic Range CMOS)**

Weiterentwicklung des CMOS Sensor

Ähnelt Empfindlichkeit des menschlichen Auges

# Belichtungsreihen

- Erstellen von mehreren Bildern mit unterschiedlichen Belichtungsstufen
- Zusammenfügen automatisch in Kamera oder nachträglich in Software



[www.traumflieger.de](http://www.traumflieger.de)

# Software

## Belichtungsreihen zusammenfügen in Software

- Gratis Software verfügbar
- Automatische Zusammenführung von Belichtungsreihen
- Farbeinstellungen
- Dynamikkompresion möglich
- Beispiel anhand easyHDR

# Beispiel Belichtungsreihe

## Unterbelichtet



[www.hdrsoft.com](http://www.hdrsoft.com)

## Normal belichtet



[www.hdrsoft.com](http://www.hdrsoft.com)

## Überbelichtet



[www.hdrsoft.com](http://www.hdrsoft.com)

# Resultat

## Normal Belichtet



[www.hdrsoft.com](http://www.hdrsoft.com)

## Resultat (HDR)



[www.hdrsoft.com](http://www.hdrsoft.com)

# HDR Rendering

- Rendering unter Berücksichtigung der in der Natur vorkommenden großen Helligkeitsschwankungen
- Darstellung starker Kontraste ohne übermäßigen Detailverlust

## Image-Based Lighting

Szene wird von einem HDR-Bild umhüllt und beleuchtet.

Sieht so aus als wären die Künstlichen Objekte in einer natürlichen Umgebung.



[www.flickr.com](http://www.flickr.com) : Miles Bader

# Formate



# Verlustbehaftete und Verlustfreie Kompression

## Verlustbehaftete Kompression

- Meist für Video Material
- Wiederhergestelltes Bild ist eine ähnliche Wiedergabe des Originales, aber kein Duplikat
- Komprimiert eher die Bereiche, die vom menschlichen Auge schlechter wahrgenommen werden

## Verlustfreie Kompression

- Wiederherstellung aller vorhandenen Daten vom Originalbild
- Eignet sich für Bilder, die große Mengen an wiederholt enthaltenen Informationen beinhaltet
- z.B.: Blauer Himmel
- Bekannte Verfahren z.B.: Huffman-Kodierung

# Verbreitete Formate

Unterscheiden sich hauptsächlich in Kodierung, Kompression und Farb- und Helligkeitswerten

Derzeit gibt es zwei große HDR-Formate in der Medienbranche

## HDR10

- standardisiertes Format
- Farbtiefe 10 Bit
- Farb- und Helligkeitswerte in einem vordefinierten Bereich

## Dolby-Vision

- Farbtiefe 12 Bit, abwärtskompatibel
- Farb- und Helligkeitswerte basierend auf das jeweilige Profil des Gerätes

# Quellenverzeichnis I



Rahul Kumar Chaurasiya and K.R. Ramakrishnan.

High dynamic range imaging.

*In 2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies*, pages 83–89, 2013.



Harold Davis.

*Creating HDR Photos: The Complete Guide to High Dynamic Range Photography*.

Amphoto Books, Danvers, MA, USA, 2012.



Michael Goesele, Wolfgang Heidrich, Bernd Höflinger, Grzegorz Krawczyk, Karol Myszkowski, and Matthew Trentacoste.

High dynamic range techniques in graphics: from acquisition to display.

*In Ming Lin and Celine Loscos, editors, Eurographics 2005 - Tutorials*.  
The Eurographics Association, 2005.

# Quellenverzeichnis II

 Zhai Jiefu, Wang Zhe, and Zhang Dong-Qing.

High dynamic range (hdr) image synthesis with user input, year=2011, publisher=Google Patents, note=US 2012/0288217 A1,.

 Zhigang Li.

*Characteristics of Buoyancy Driven Natural Ventilation through Horizontal Openings: PhD Thesis defended public at Aalborg University (101106).*

PhD thesis, Denmark, 2007.

 Wolfgang Stuerzlinger Helge Seetzen Lorne Whitehead, Greg Ward.

High dynamic range (hdr) image synthesis with user input, 2005.

# Quellenverzeichnis III



Erik Reinhard, Greg Ward, Sumanta Pattanaik, and Paul Debevec.  
*High Dynamic Range Imaging: Acquisition, Display, and Image-Based Lighting (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics)*.  
Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2005.



Markus Strobel and Dietmar Döttling.  
High dynamic range cmos (hdrc) imagers for safety systems.  
*Advanced Optical Technologies*, 2(2):147–157, 2013.



J. Willis-Richards and T. Wallroth.  
Approaches to the modelling of hdr reservoirs: A review.  
*Geothermics*, 24(3):307–332, 1995.



Edward Zhang.  
*Realistically Editing Indoor Scenes*.  
PhD thesis, 2021.