

Gradient Domain HDR Compression

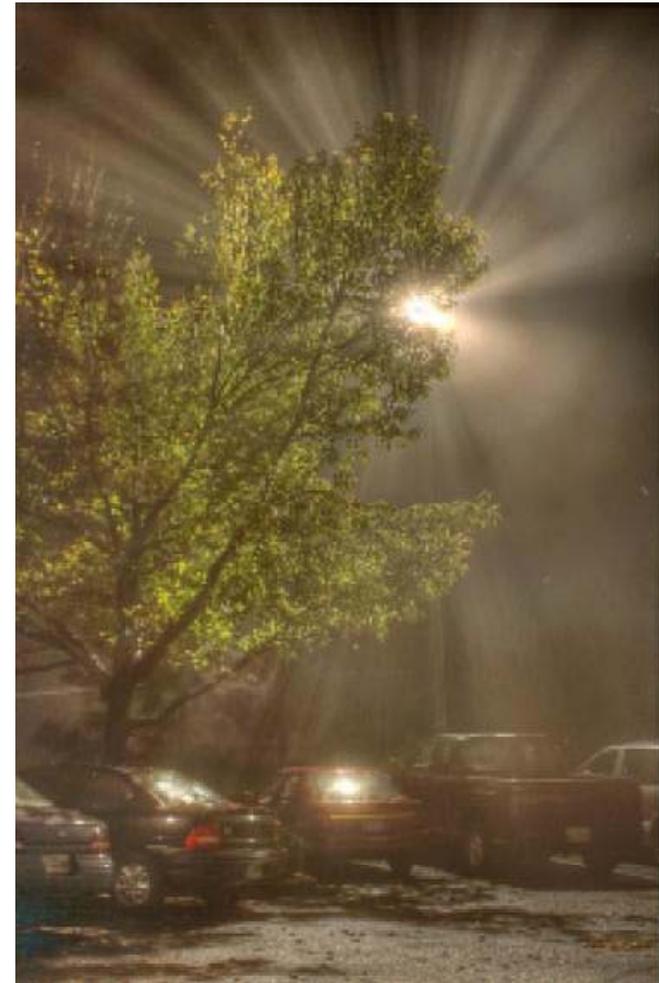
(nach einer Arbeit von R. Fattal,
D. Lischinski, M. Werman)



Ein Vortrag von
Philipp Weiß
Christian Grabolle

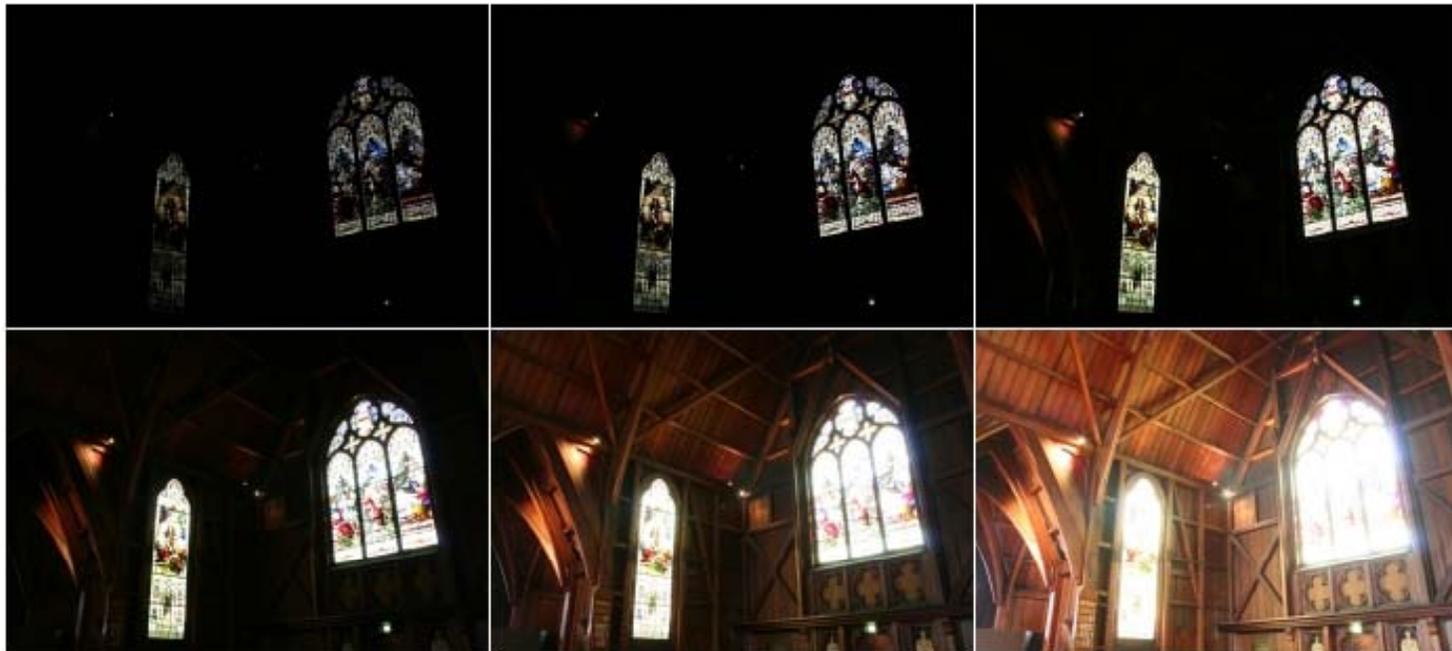
Im Seminar „Visual Computing“
Dozent: Prof. Dr. P. Eisert

31. Mai 2011



Einführung HDR

- HDR: High Dynamic Range (Imaging)
- Problem: Tatsächliche Kontrastverhältnisse oft größer als Fähigkeiten der Speicherformate/Sensorchips
- Unterschiedliche Belichtungsstufen werden benötigt
→ Erstellen von HDR-Bild



Anwendungsbeispiele

- Weltraum
- Medizin
- Aufnahmen von Innen nach Aussen





Gliederung

1. Was ist Tone Mapping
2. Bekannte Verfahren
3. **Gradient Domain HDR Compression**
 - Beobachtungen
 - Idee
 - Beispiel – ID
 - 2D – Gradienten
 - Berechnung der Gradienten-Gewichtung
4. Beispiele
5. Quellen/Bildnachweise

Tone Mapping

- Verringerung des Kontrastbereiches auf darstellbares Niveau
- Kontrastdetails aufrecht erhalten
- HDR-Bild z.B. aus Fotografien mit verschiedenen Belichtungszeiten
- Reduktion des HDR-Bilds mittels Tone-Mapping-Verfahren zu einem (darstellbaren) LDR-Bild

Beispiel: Fotoserie



Tonemapping-Verfahren von Adobe Photoshop CS5

Tone Mapping

- Unterschiedliche Zielsetzungen
 - Analytische Aufgaben (Medizin)
 - Nachbildung der menschlichen Wahrnehmung



Tone Mapping

- Kriterien für TM-Verfahren
 - Allgemeine Kriterien:
 - Helligkeitserhaltung
 - Kontrasterhaltung
 - Parametrisierung
 - Rechenaufwand
 - Keine Ghosting-Effekte
 - Spezielle Kriterien für realistische Bilder
 - Menschliche Kontrastempfindlichkeit
 - Menschliche Detailwahrnehmung
 - Menschliche Farbwahrnehmung
 - Zeitabhängige Parameter (Video)
 - „gelber Fleck“-Effekt
 - „glare“-Effekt

Bekannte Verfahren

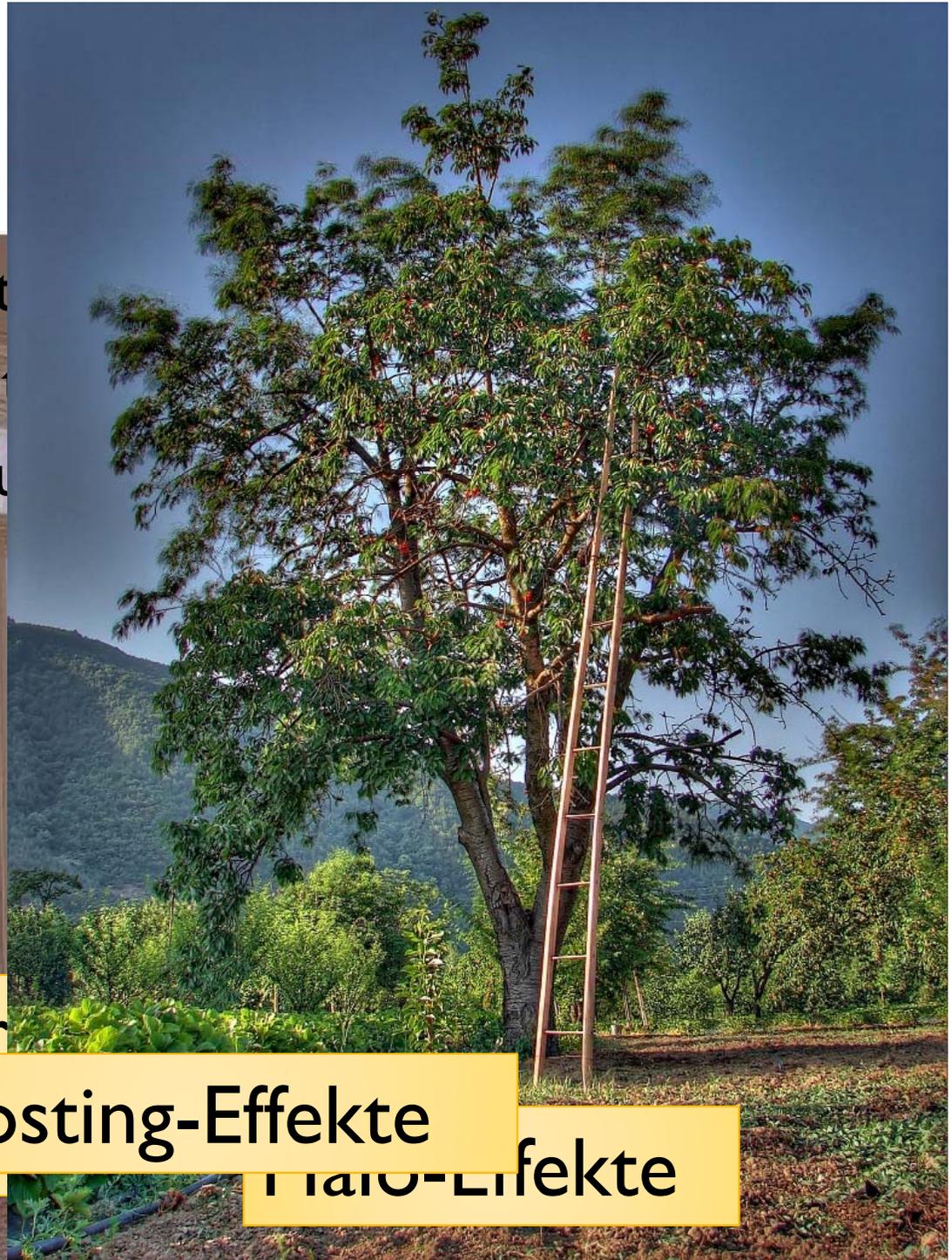
- **Globale Operatoren**
 - Räumlich invariant
 - Schnell (für Echtzeitanwendungen)
 - Ungeeignet für sehr hohen Dynamikumfang
→ Verlust von Details in sehr hellen/dunklen Bereichen
- **Lokale und frequenzbasierte Operatoren**
 - Räumlich variant
 - Darstellung großer Dynamikumfänge
 - Grundlage: menschliche Helligkeitswahrnehmung
- **Gradientenbasierte Operatoren**

Probleme

- Kontrastverlust
- Verlust von Details
- Bildartefakte durch Texturen
- Halo-Effekte

Bildartefakte durch
kontrastreiche Ghosting-Effekte

Halo-Effekte

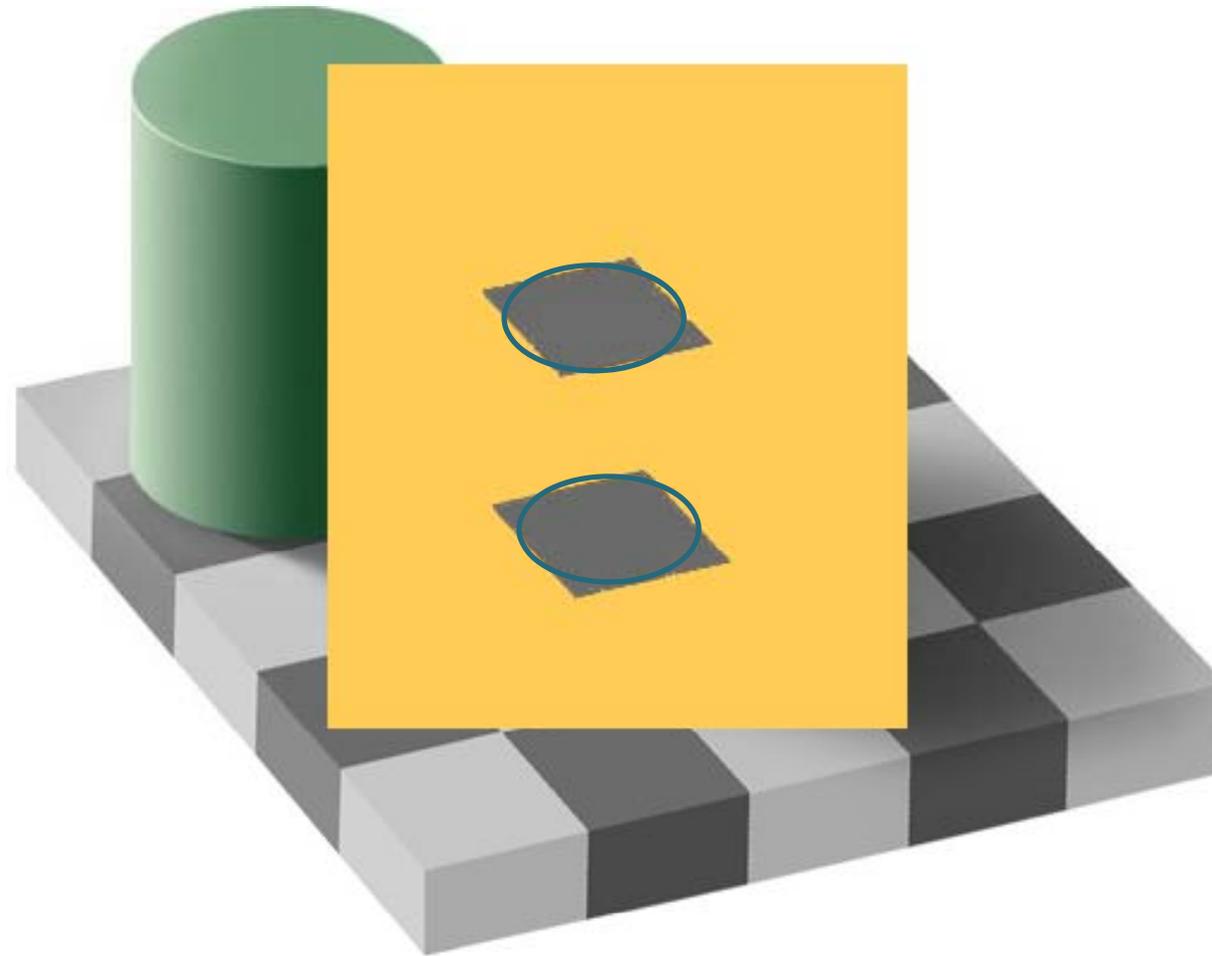




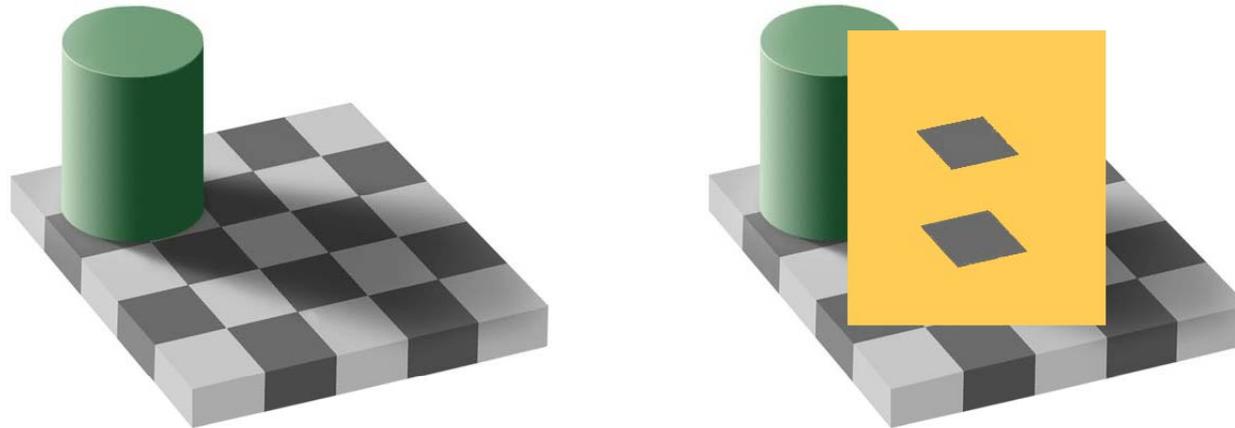
- Gradient Domain HDR Compression

Beobachtungen

Ein Experiment:



Beobachtungen



- Wahrgenommene Helligkeit \neq Lichtstärke
- Verdoppelte Intensität \neq Doppelt so helle subjektive Wahrnehmung
→ logarithmischer Zusammenhang

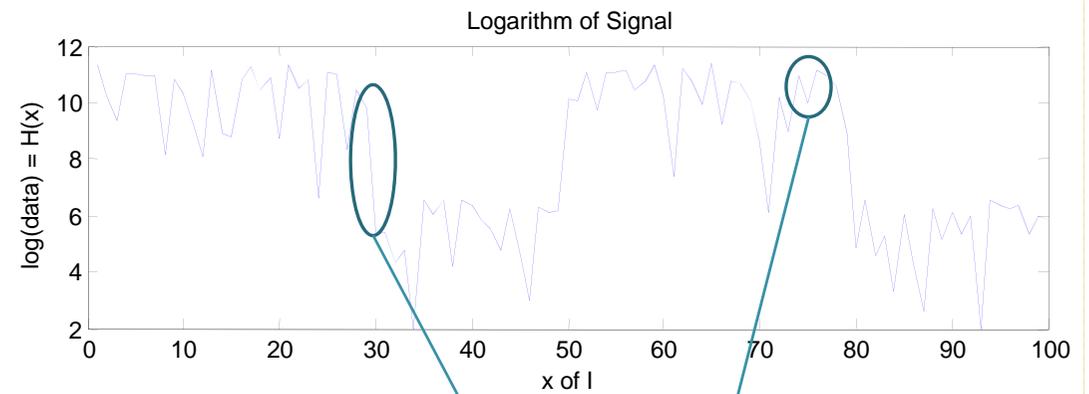
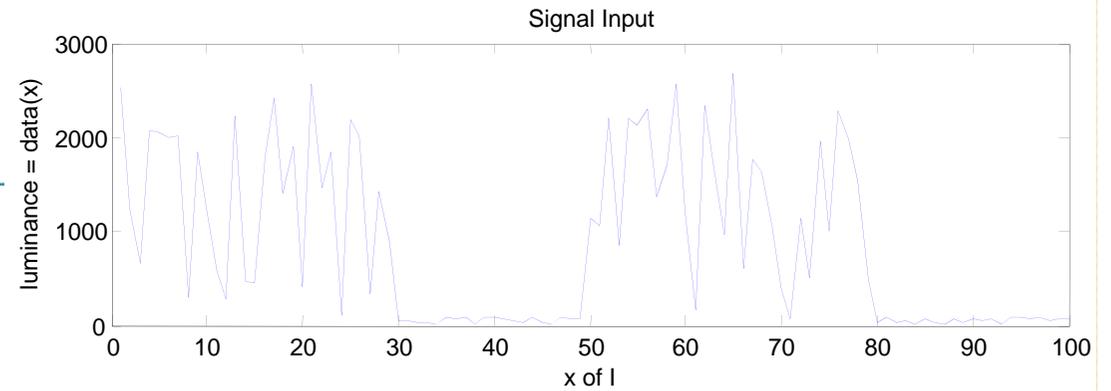
Idee

Input: $I(x)$

• Annäherung an
Wahrnehmung des
menschlichen Auges

$H = \log(I(x))$

• Maß für Kontrastunterschied: $H'(x)$



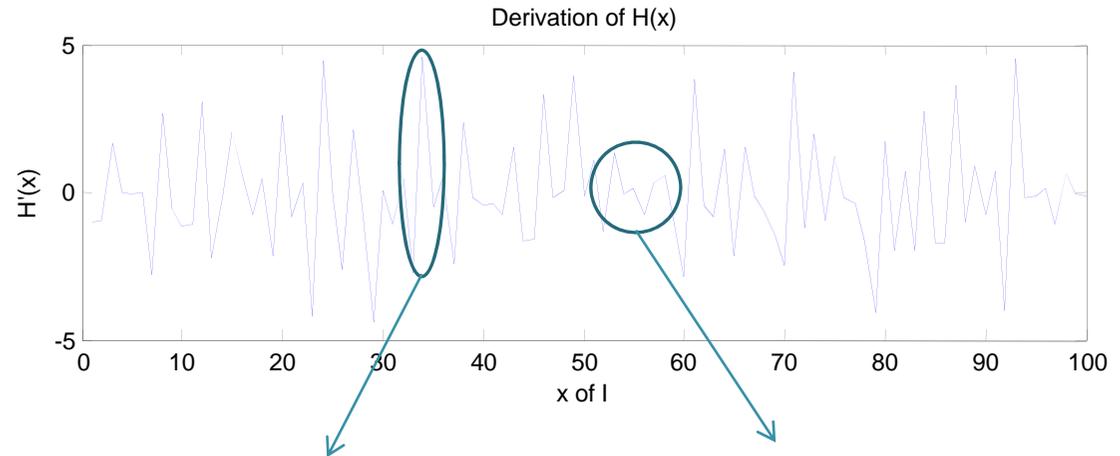
Starker vs. schwacher
Kontrastunterschied

Idee - Abschwächung

$H'(x)$

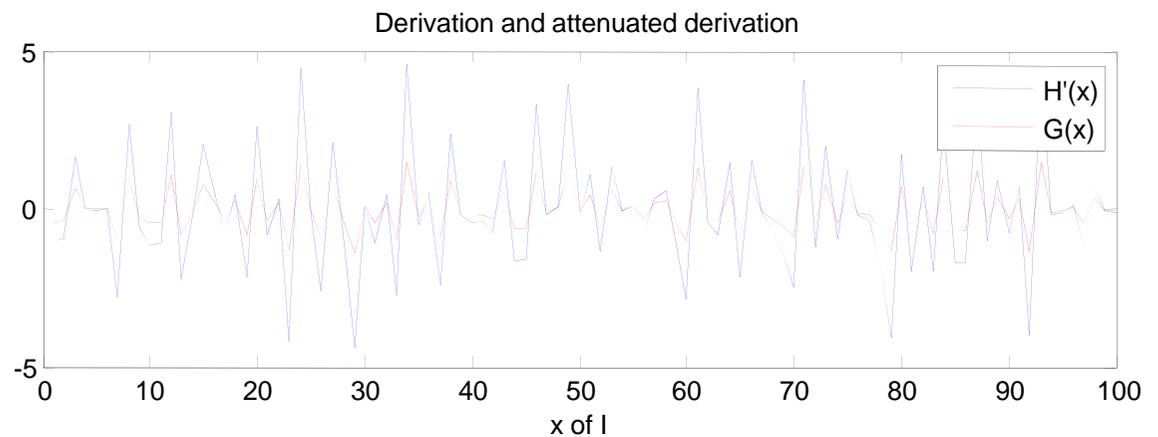
- $H'(x)$ gewichten:
 $\varphi(x)$

$G = H'(x) * \varphi(x)$

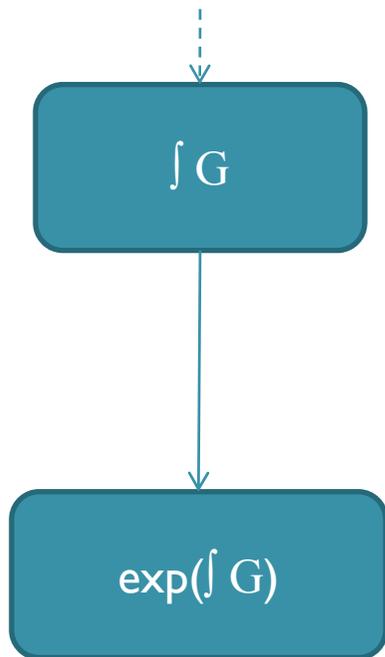


Großer Kontrastunterschied:
schwaches Gewicht $\rightarrow \phi(x) < 1$
große Abschwächung

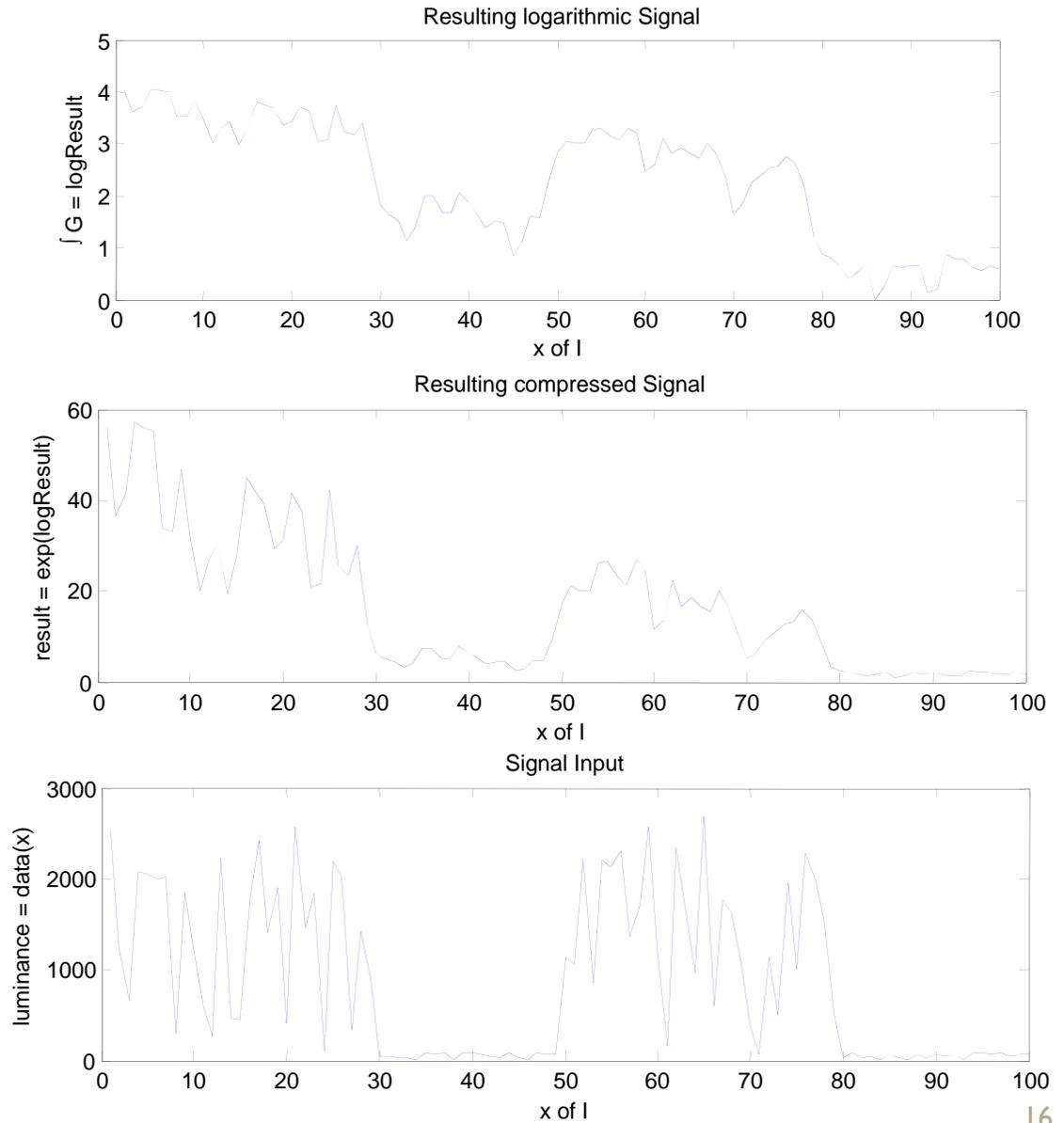
Kleiner Kontrastunterschied:
großes Gewicht $\rightarrow \phi(x) > 1$
Leichte Verstärkung



Idee - Signalrekonstruktion



Zum Vergleich:



1D zu 2D

- Für 2D – Gradient:

$$\text{grad}(I(x, y)) = \nabla I(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\partial I}{\partial x} \\ \frac{\partial I}{\partial y} \end{pmatrix}$$

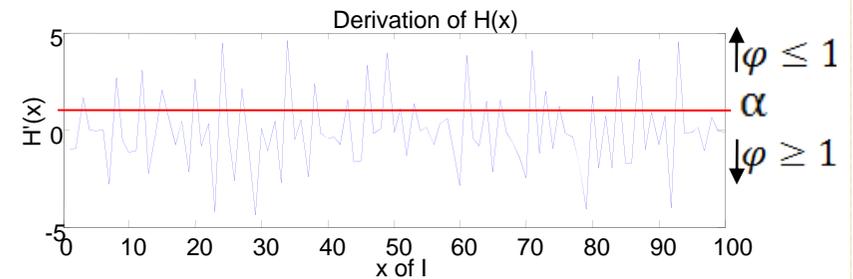


Gewichtung $\varphi(x,y)$

$$G = \nabla H \Phi$$

Berechnung von φ :

$$\varphi_k = \frac{\alpha}{\|\nabla H(x,y)\|} \left(\frac{\|\nabla H(x,y)\|}{\alpha} \right)^\beta$$



- Rekursive Berechnung:

$$\Phi_0 = L(\varphi_1) \varphi_0$$

...

$$\Phi_k = L(\varphi_{k+1}) \varphi_k$$

...

$$\Phi_d = \varphi_d$$



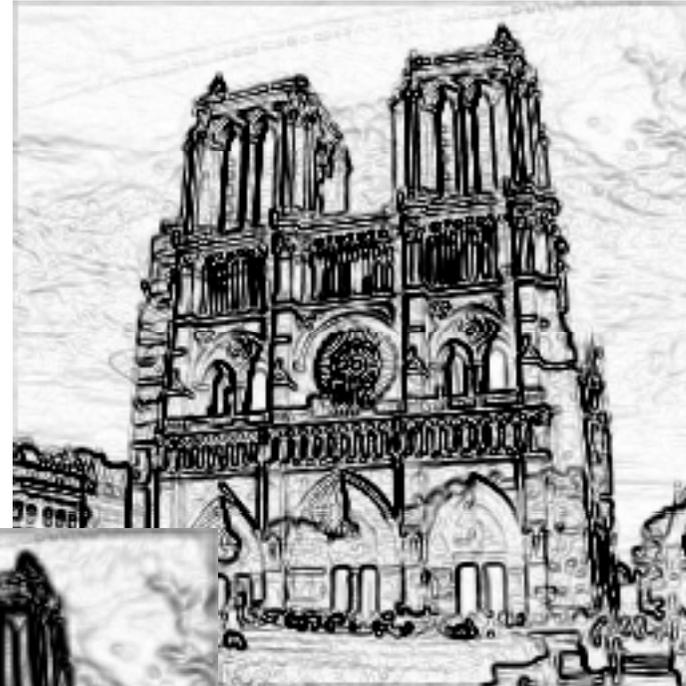
Gauß-Pyramide

Berechnung $\varphi(x,y)$

Φ_d



φ_{d+1}



$L(\Phi_d)$

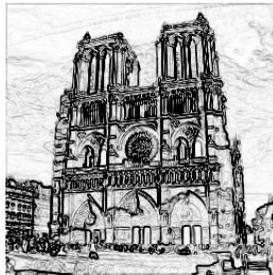


$$\Phi_{d+1} = L(\Phi_d) \varphi_{d+1}$$

Berechnung $\varphi(x,y)$



- Beleuchtungsintensitätsverringderung findet an Kontrastübergängen statt
→ Gering aufgelöstes Bild



- Kontrasttexturen werden leicht verstärkt
→ Hoch aufgelöstes Bild



Signalrekonstruktion

$G = \nabla H \Phi$ nicht immer integrierbar

Suche I , sodass:

$$\nabla I - G \approx 0$$

Poisson-Gleichung:

$$\nabla^2 I = \operatorname{div} G$$

- numerisch annäherbar

→ Gleichungssystem lösen pro Pixel

Full Multigrid Algorithm [Press et al. 1992] →

$O(n)$

Farben zurückrechnen:

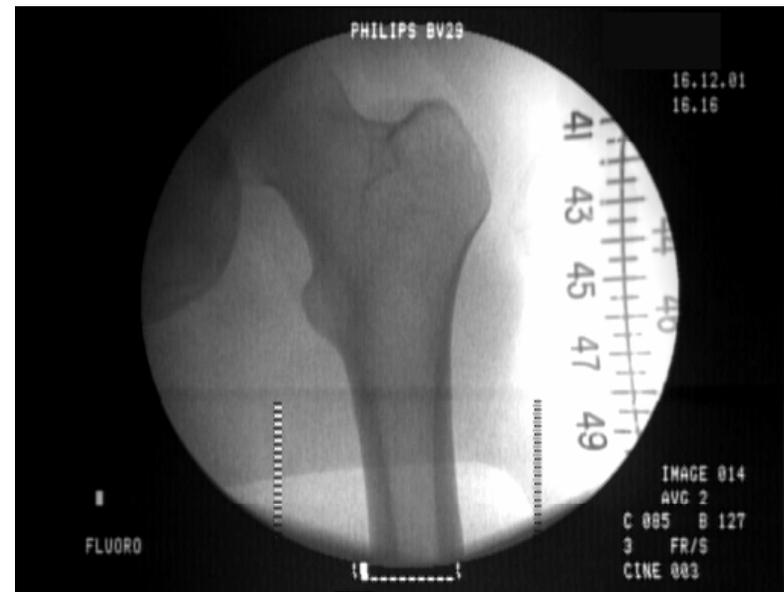
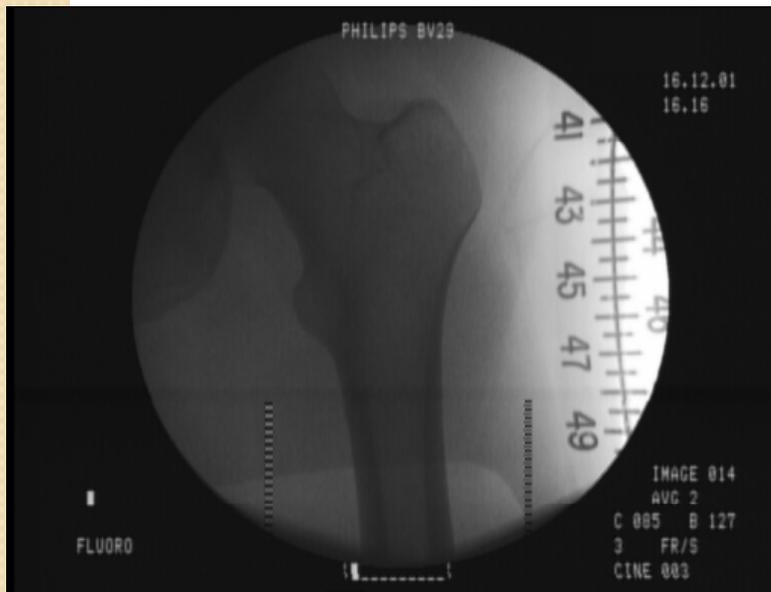
$$C_{out} = \left(\frac{C_{in}}{L_{in}} \right)^s L_{out}$$



=



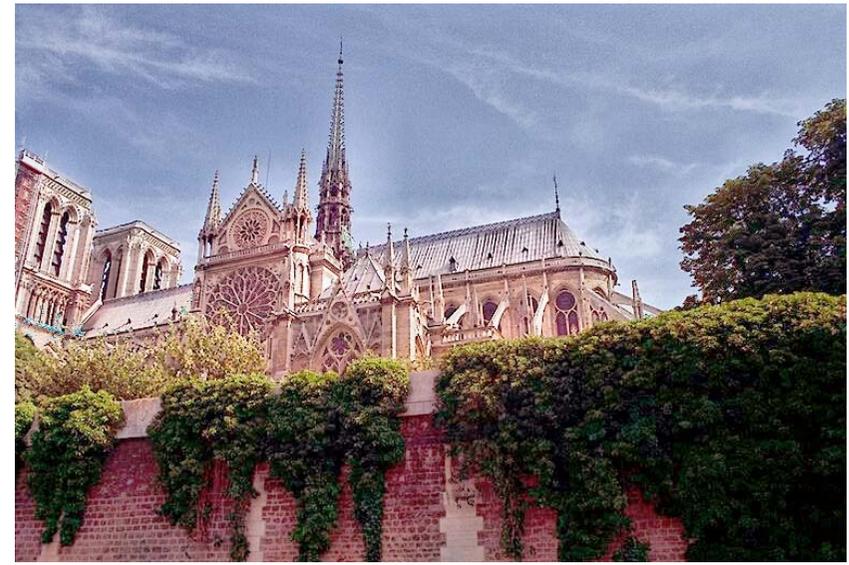
Beispiele



Beispiele



Beispiele



**Danke für eure
Aufmerksamkeit!**

**Noch
Fragen**



Quellen

- <http://cvpr.uni-muenster.de/teaching/ws06/bildverarbeitungWS06/script/BV01.pdf> [24.05.2011]
- <http://www.michaelbach.de/ot/index-de.html> [24.05.2011]
- http://de.wikipedia.org/wiki/Gradient_%28Mathematik%29 [25.05.2011]
- <http://www.cs.huji.ac.il/~danix/hdr/> [25.05.2011]
- <http://www.uni-koblenz.de/~cg/Studienarbeiten/hdrtonemap.pdf> [25.05.2011]

Bildnachweise

- <http://www.freiluft-blog.de/tag/hdr/> [25.05.2011]
- http://www.wir-sind-kaufbeuren.de/cms/front_content.php?idart=238 [25.05.2011]
- <http://www.fapturbo-autotrader.com/images/fragen.jpg> [25.05.2011]