

Computergraphik I

Anti-Aliasing of Lines & Pgons

G. Zachmann
Clausthal University, Germany
zach@in.tu-clausthal.de



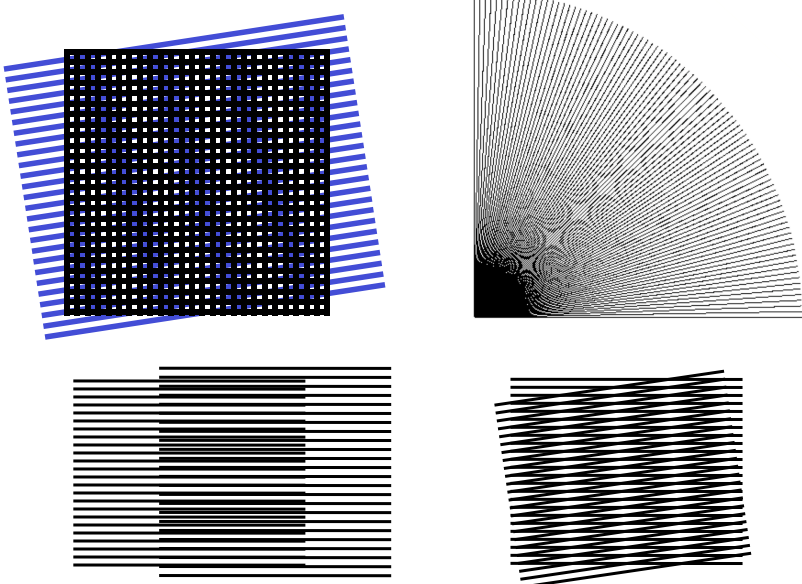
Aliasing-Artefakte

- Treppenstufen-Effekt ("*jaggies*") an Kanten



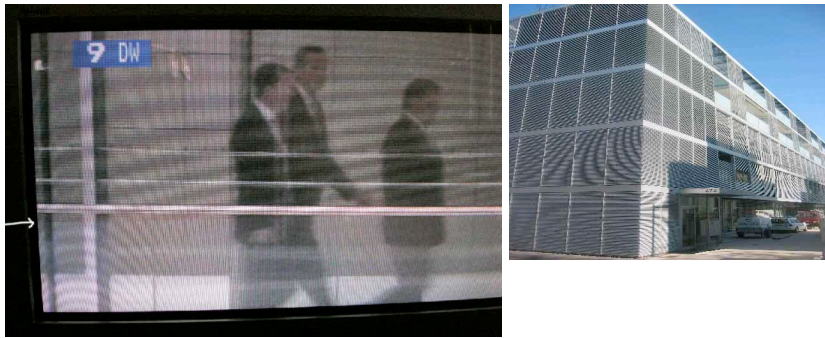
G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 2

Moiré-Muster



G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 3

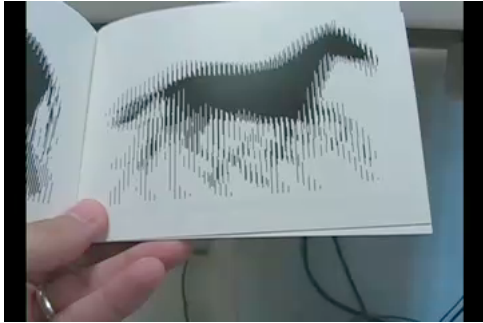
Real-world Moiré-Muster:



- Aliasing / Moire-Muster sind besonders deutlich / störend bei Animationen / Bewegungen
- Mehr nette Moire-Spielereien auf <http://www.bu.edu/smec/lite/moire/>

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 4

Daumenkino mittels Moiré-Effekt

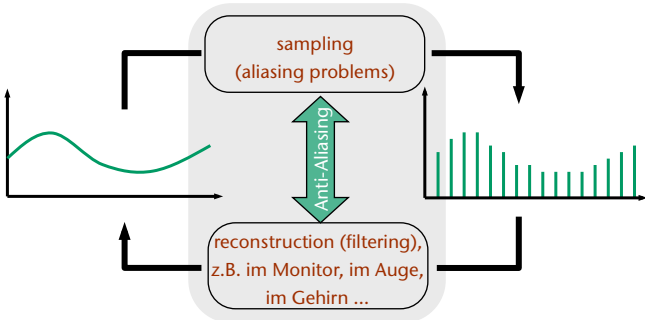


youtube

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 6

Erinnerung

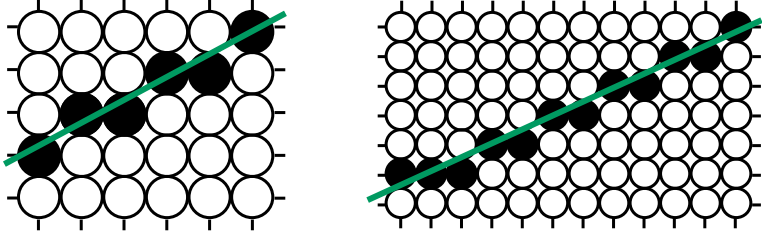
- Das Grundproblem: begrenzte, diskrete Auflösung & Sampling



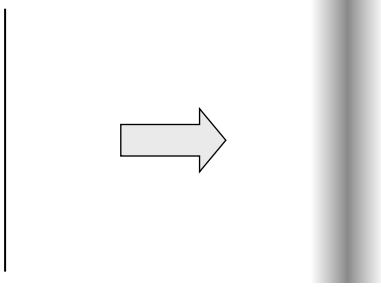
- Shannon's Theorem: *Abtastfrequenz muss doppelt so hoch sein, wie die höchste im Signal vorhandene Frequenz (Nyquist-Frequenz)*
- Häufig unmöglich, weil maximale Frequenz nicht bekannt oder das Spektrum (im Prinzip) unbegrenzt ist

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 7

Anti-Aliasing von Linien

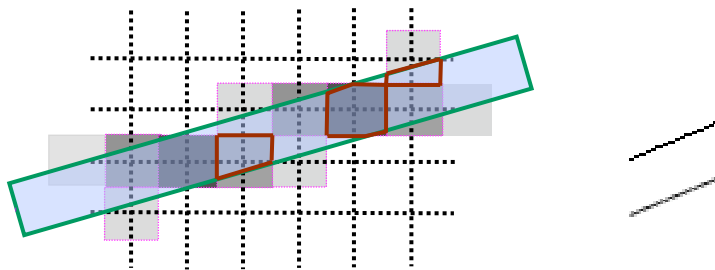
- Eine simple Idee:
 
- Höhere Auflösung ist hilfreich, aber ...
 - löst nicht das grundlegende Problem des Aliasings;
 - erhöht den Hardware-Aufwand dramatisch (in gew. Sinn quadratisch);
 - Aliasing ist immer noch sichtbar
 - Wann werden wir $10,000^2$ Pixel haben?

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 8

- Alternative Idee: **entferne hohe Frequenzen** aus der Linie →
 - Ersetze die scharfen Ränder (enthalten hohe Frequenzen) durch weiche Übergänge →
 - Zeichne Linie dicker
 - Nun sample die Linie

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 9

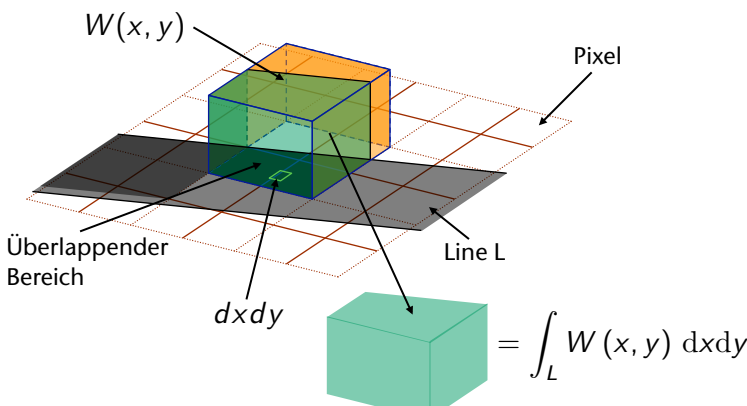
Erster Versuch des Anti-Aliasing



- Betrachte Linie als langes, schmales Rechteck, Breite = 1 Pixel
- Wähle Intensität der Pixel direkt proportional zum von der Linie bedeckten Anteil des Pixels
- Bezeichnung: *unweighted area sampling*
 - Nur von Primitiven bedeckte Pixel tragen zur Intensität der Linie bei
 - Abstand zwischen dem Gebiet der Überlappung und dem Pixel-Zentrum spielt keine Rolle

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 10

Uniformly Weighted Area Sampling = Box Filter



$W(x, y)$

Pixel

Überlappender Bereich

Line L

$dxdy$

$$= \int_L W(x, y) dxdy$$

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 11

- Nachteile:
 - Bei gleichem Abstand zum Pixelmittelpunkt können verschiedene Gewichte rauskommen
 - Einfluß sollte beginnen, auch wenn Pixelkästchen noch nicht überdeckt ist
 - Ein Pixel ist vielleicht doch kein Quadrat?
 - Größerer Abstand sollte geringere Intensität bedeuten, auch wenn Fläche gleich

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 12

Weighted Area Sampling mit Kegel-Filter

Labels in the diagram: Kegelgewichtsfunktion W , $W(x, y)$, Pixel, Überlappender Bereich, $dxdy$, Line L.

$$= \int_L W(x, y) dx dy$$

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 13

Motivation für weighted area sampling

- Beispiel: kleines Dreieck bewegt sich langsam von einem Pixel zum nächsten

1. Unweighted mit Box-Filter:

2. Weighted mit Tent-Filter:

3. Weighted mit Kegel-Filter:

G. Zachmann Computer-Graphik 2 - SS 08 Antialiasing 14