

Computergraphik I

Anti-Aliasing of Lines & Pgons

G. Zachmann

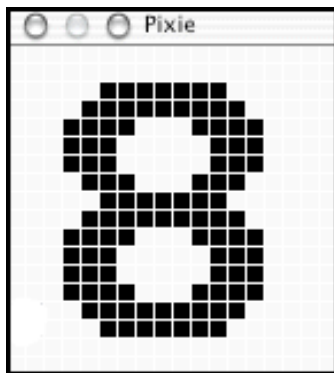
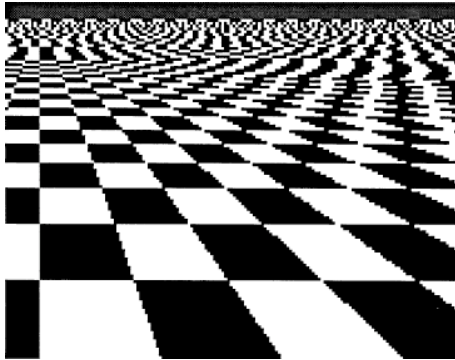
Clausthal University, Germany

zach@in.tu-clausthal.de



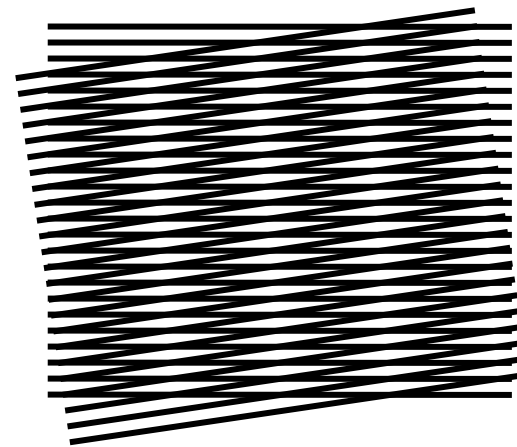
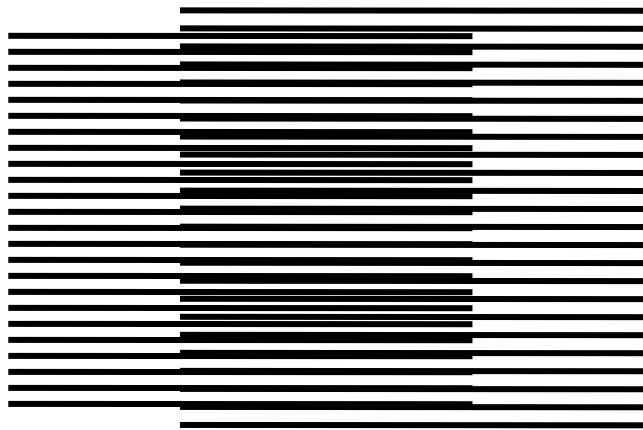
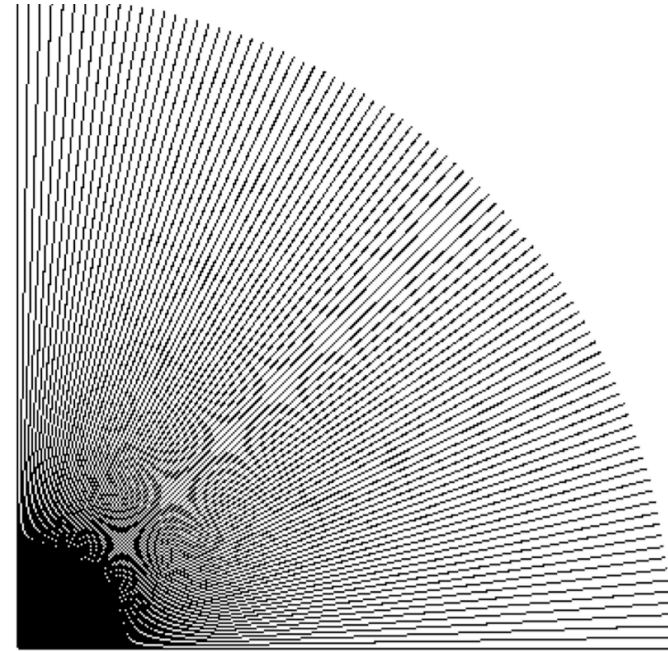
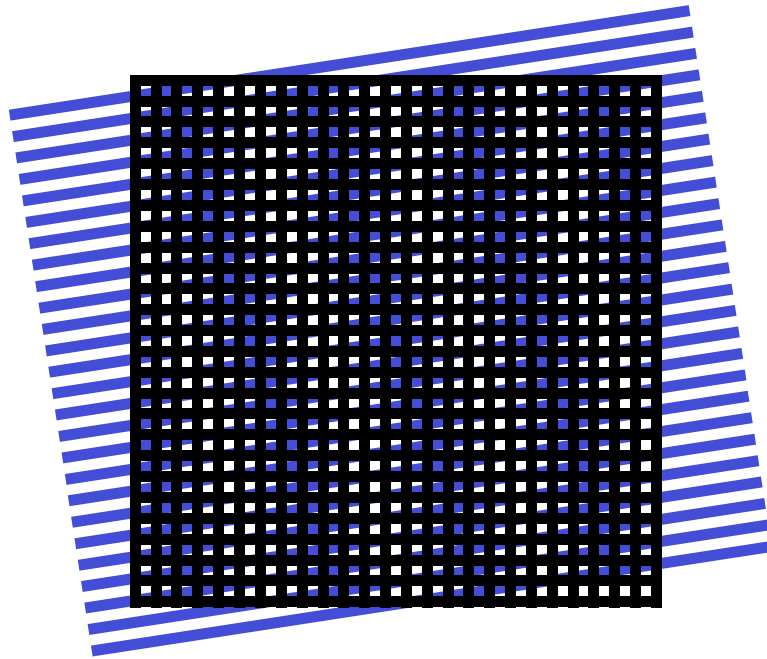
Aliasing-Artefakte

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





Moiré-Muster





- 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/>



Daumenkino mittels Moiré-Effekt

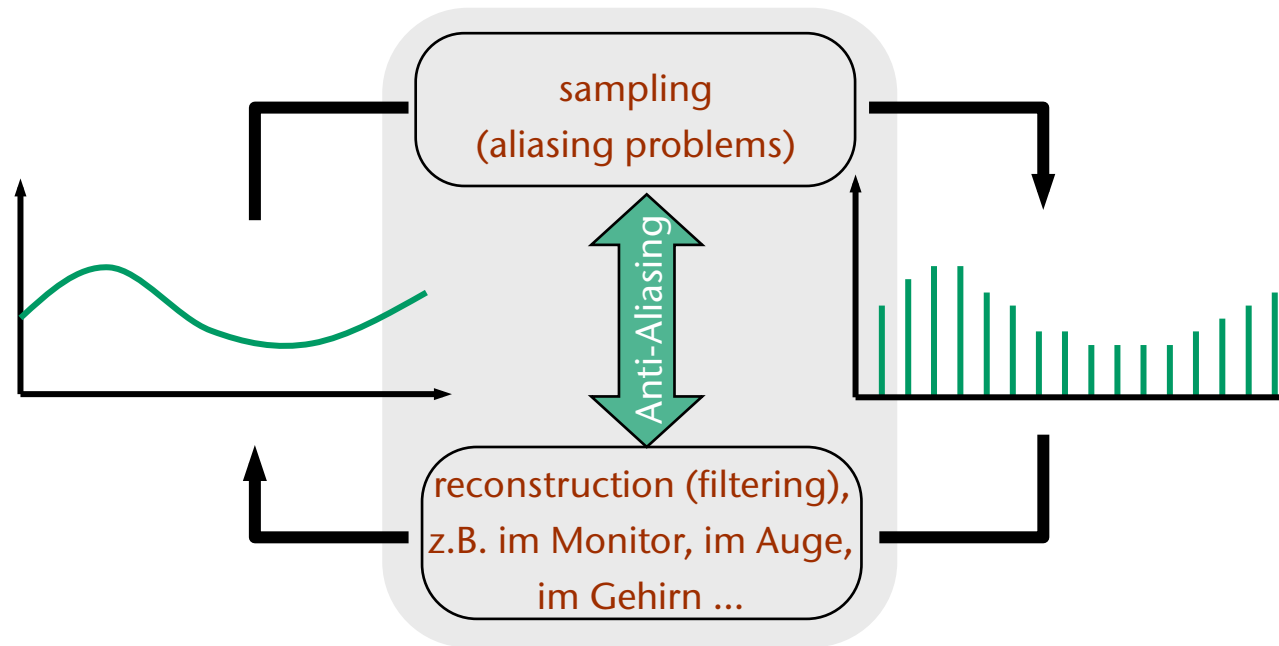


youtube



Erinnerung

- Das Grundproblem: begrenzte, diskrete Auflösung & Sampling



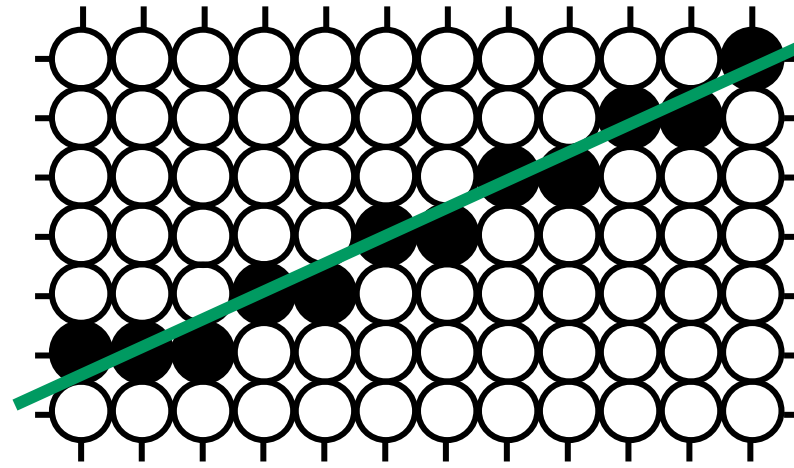
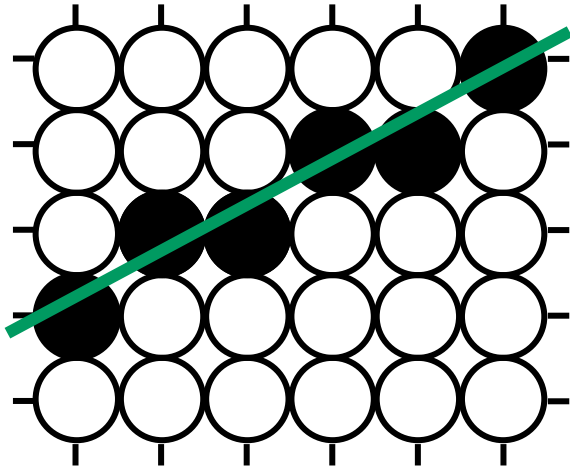
- Shannon's Theorem: *Abtastfrequenz muss doppelt so hoch sein, wie die höchste im Signal vorhandene Frequenz (Nyquist-Frequenz)*
- Häufig unmöglich, weil maximale Frequenz nicht bekannt oder das Spektrum (im Prinzip) unbegrenzt ist



Anti-Aliasing von Linien



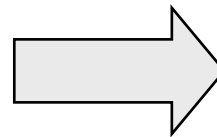
- Eine simple Idee:



- 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?

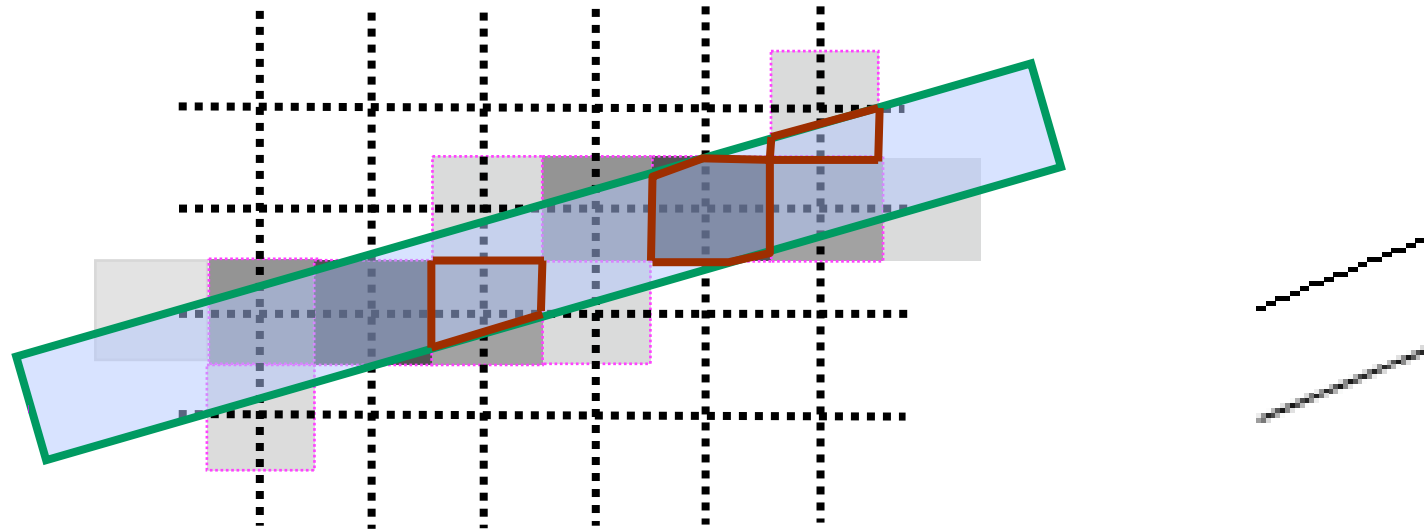


- Alternative Idee: **entferne hohe Frequenzen** aus der Linie →
 - Ersetze die scharfen Ränder (enthalten hohe Frequenzen) durch weiche Übergänge →
 - Zeichne Linie dicker
 - Nun sample die Linie





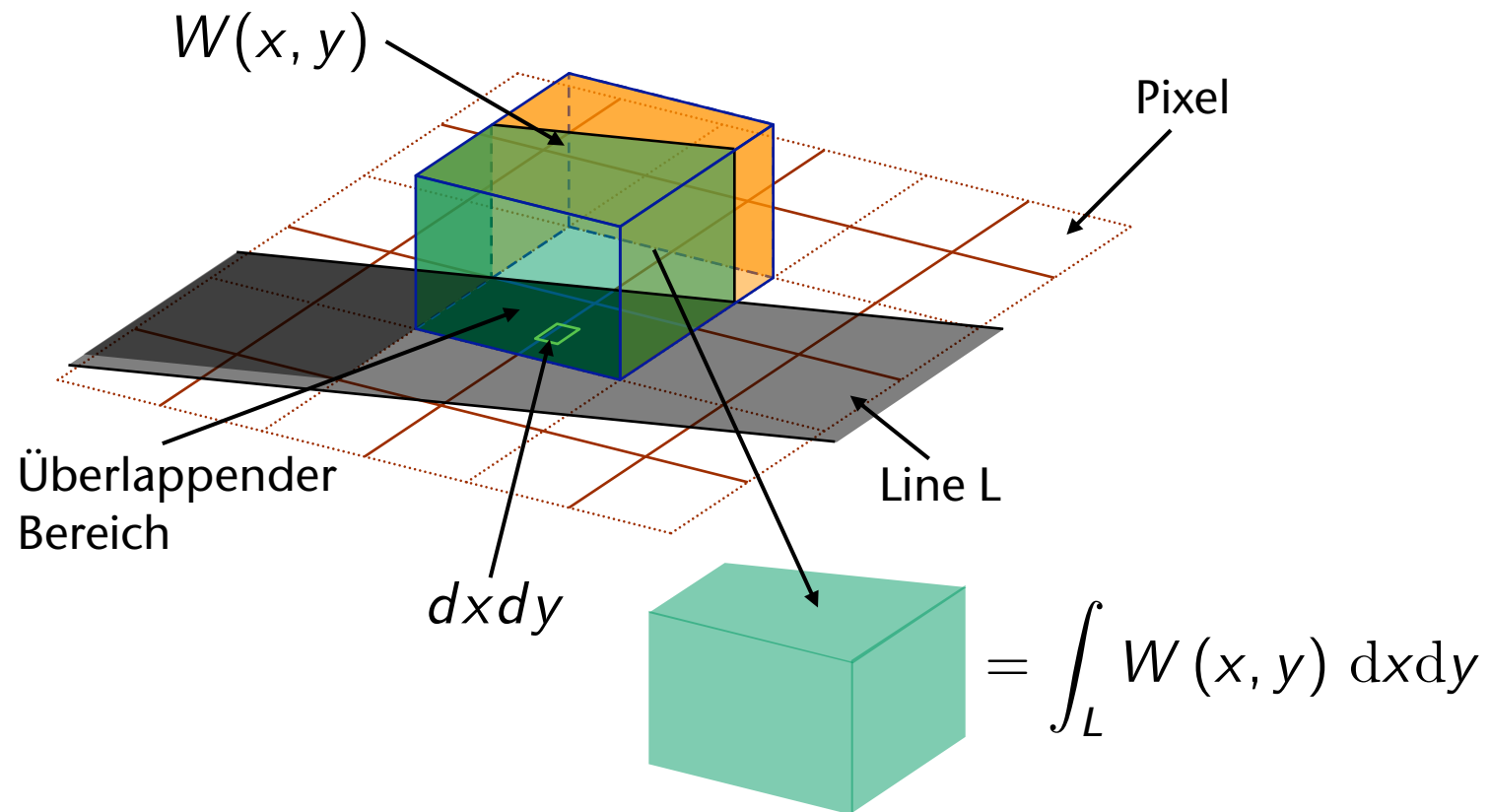
Erster Versuch des Anti-Aliasing



- 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



Uniformly Weighted Area Sampling = Box Filter

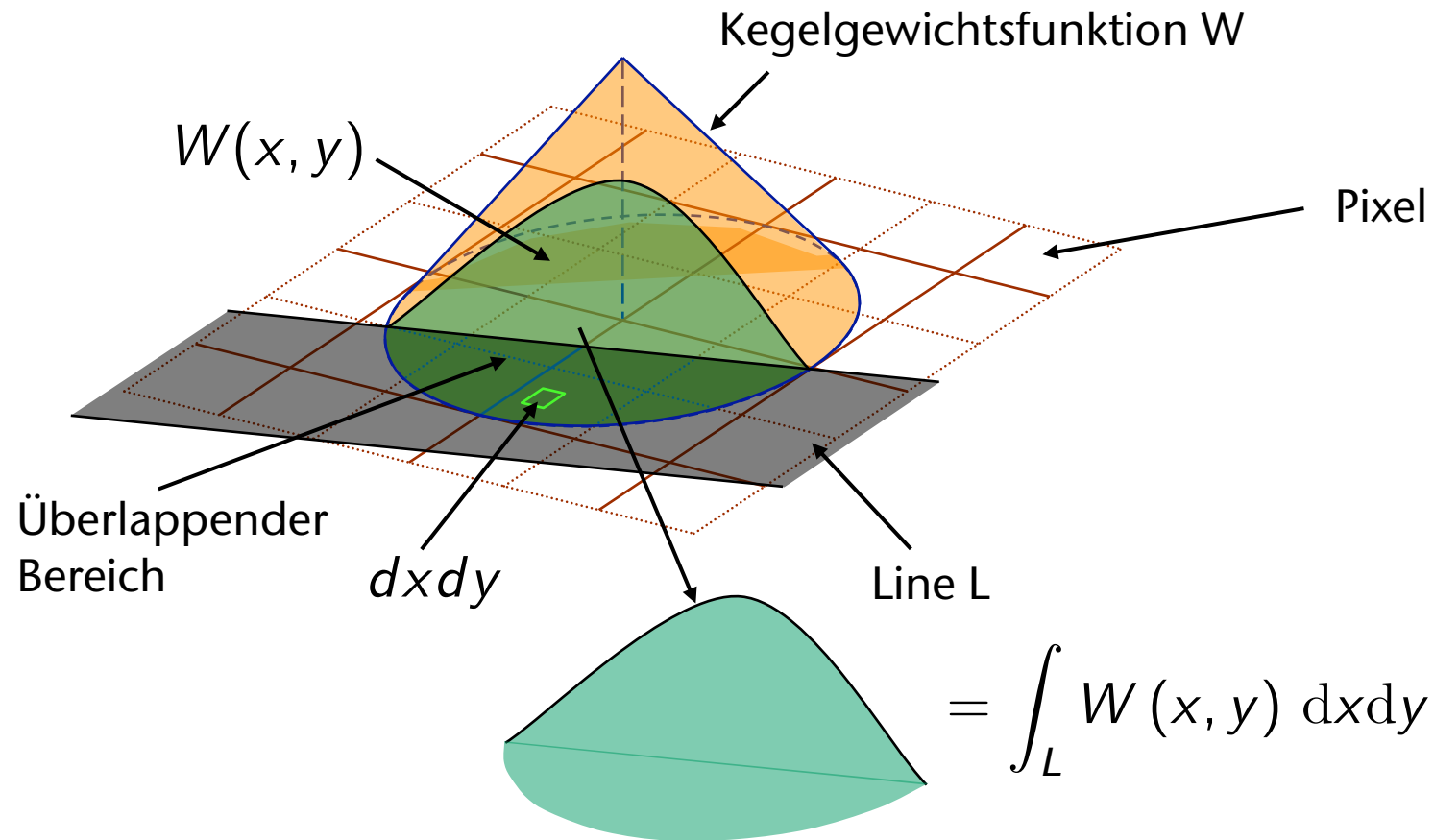




- Nachteile:
 - Bei gleichem Abstand zum Pixelmittelpunkt können verschiedene Gewichte rauskommen
 - Einfluß sollte beginnen, auch wenn Pixelkästchen noch nicht überdeckt ist
 - Ein Pixel ist vielleicht doch kein Quadrat?
 - Größerer Abstand sollte geringere Intensität bedeuten, auch wenn Fläche gleich



Weighted Area Sampling mit Kegel-Filter

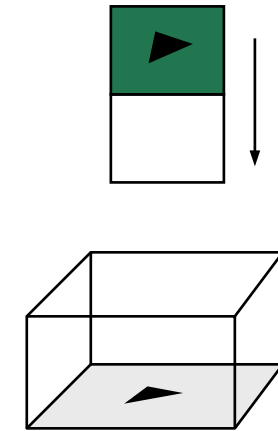
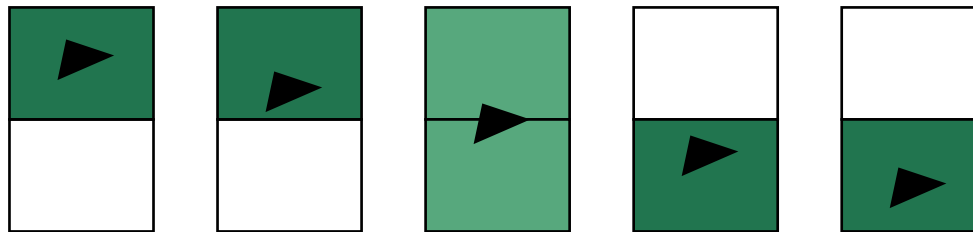




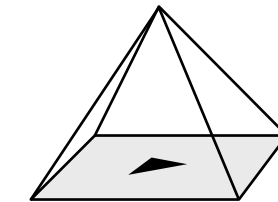
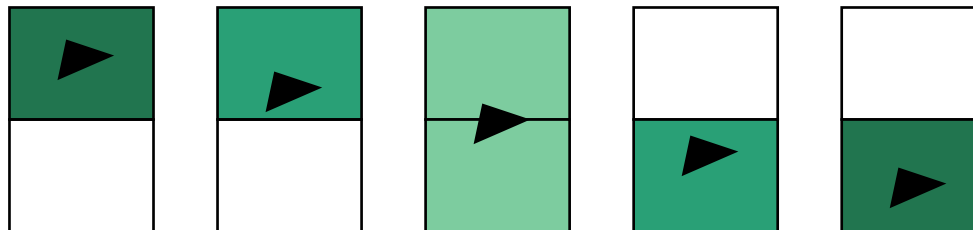
Motivation für weighted area sampling

- 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

