Technische Hochschule Rosenheim

Entwicklung von Computerspielen: Kartengenerierung

Fakultät Informatik
FWPM

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Übersicht

- Karten für Strategiespiele
- Terraingenerierung

- Basierend auf (inkl. aller Bilder):

Raimund Krämer: *Algorithmische Kartengenerierung für Strategiespiele – Konzeption und Implementierung*. Bachelorarbeit, Hochschule Rosenheim, Fakultät für Informatik, 2017. Betreuer: J. Schmidt.

Kartengenerierung
Aufbau aus Kacheln

- Beispiel Age of Empires 2 HD Edition (Microsoft)

- Landschaft (Wasser, Insel) und Ressourcen (Wald, Goldmienen) sind zufällig generiert.

  Aber: benachbarte Felder sind nicht unabhängig!

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Aufbau aus Kacheln – Simpelste Idee

- Kurzer Einschub (Nicht aus der genannten Bachelorarbeit):

  Repräsentation der Weltkarte als eine Art Pixelmatrix (zb. 64 x 64).

  Jeder Einzelwert wird mit Zufallswert versehen und dann interpretiert.

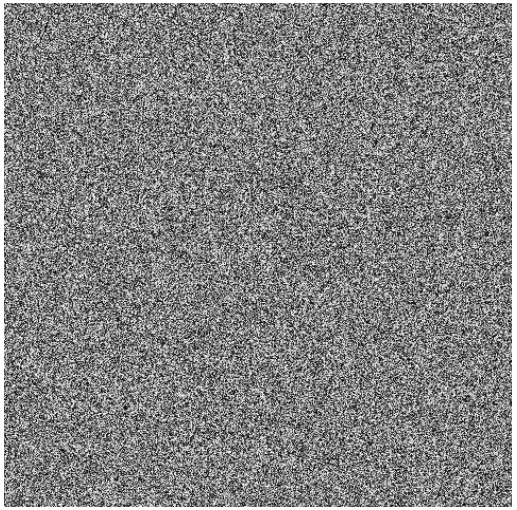
- Beispiel: Zufallszuweisung jedes Pixels mit Wert zwischen 0 und 1.
  Interpretation: 0,0 – 0,2 Wasser; 0,21 – 0,4 Grasland; 0,41 - 1Gebirge;

  => Ergebnis nicht zufriedenstellend. Erzeugung einer **realistischen Welt** äußerst Unwahrscheinlich (eigentlich nie).

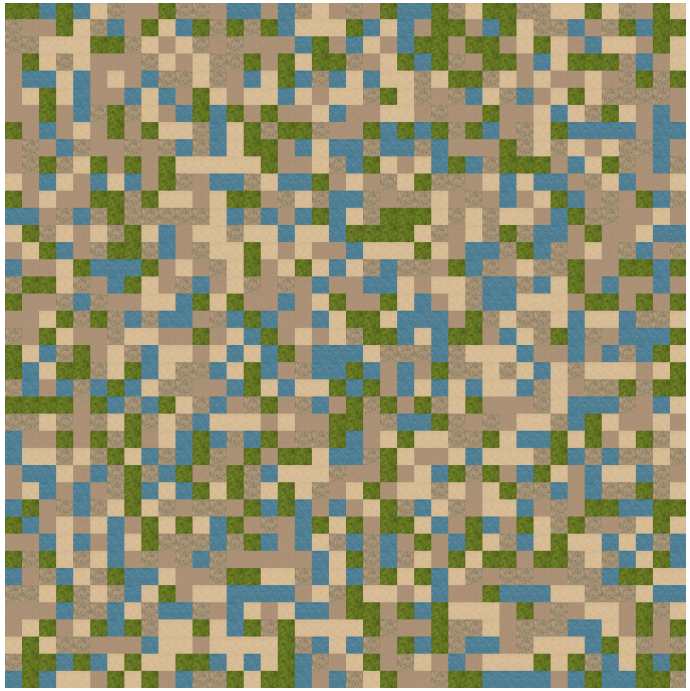
  – Ende Einschub --

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Aufbau aus Kacheln – Simpelste Idee



Weißes Rauschen

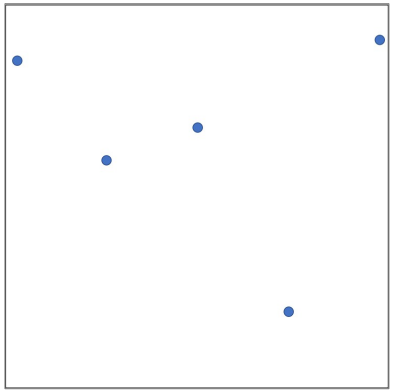


Generierte Karte

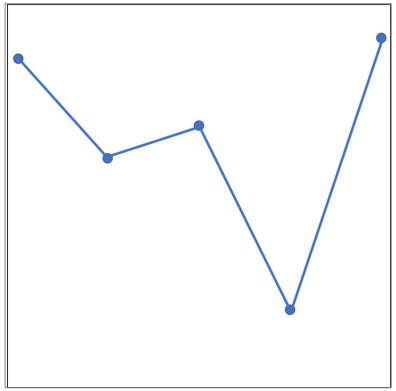
Kartengenerierung
Wertrauschen (Value Noise)

- Idee:
  erzeuge nicht für jede Kachel eine Zufallszahl im Intervall [0; 1]
  sondern nur in festen Abständen (auf einem Gitter)
  die Zwischenwerte werden interpoliert
  (typischerweise bilinear oder bikubisch mit Spline-Funktionen)

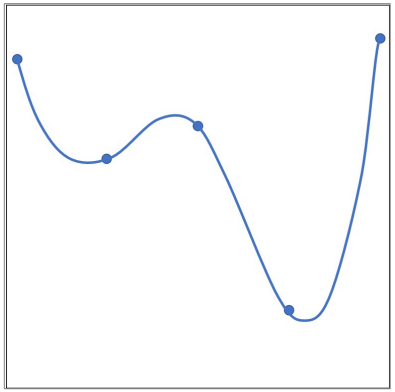
Stützpunkte

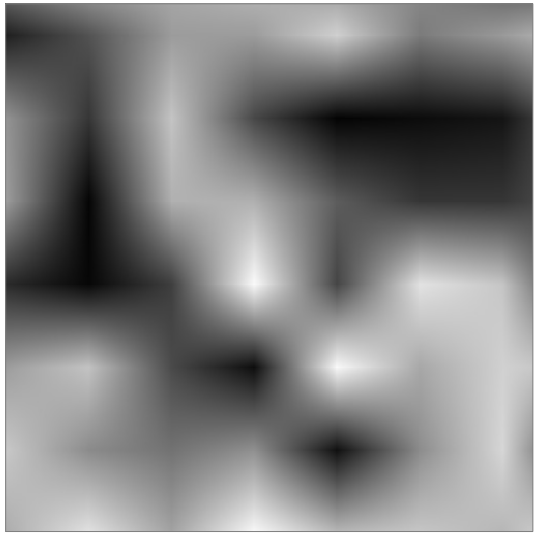


linear



kubischer Spline





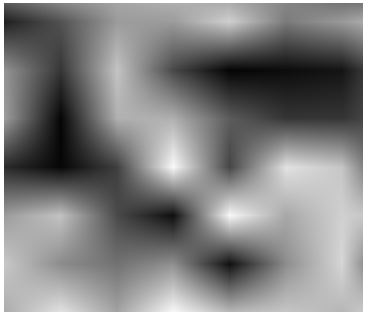
Und das dann in 2D:
Bilinear / Bikubisch

Kartengenerierung
Erzeugen von Details

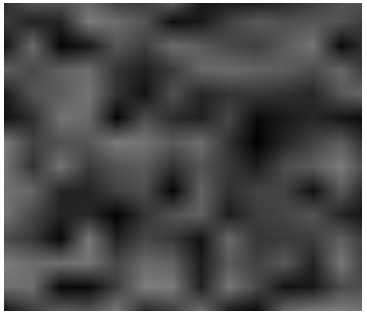
- **Überlagere mehrere solche Zufallskarten**
  - Mit unterschiedlicher Frequenz der Gitterpunkte
  - Addiere diese entsprechend gewichtet
  - **Normiere** wieder auf das **Intervall [0; 1]**
  (oder wähle Gewichtung gleich entsprechend)
- **Typisch: Oktaven**
  - Halbiere Gitterabstand (= doppelte Frequenz) und Gewichtungsfaktor
  - Anzahl möglicher Oktaven begrenzt durch ld „1. Gitterabstand“

Kartengenerierung
Oktaven (biliniear)

1. Oktave
(gewichtet mit 1)



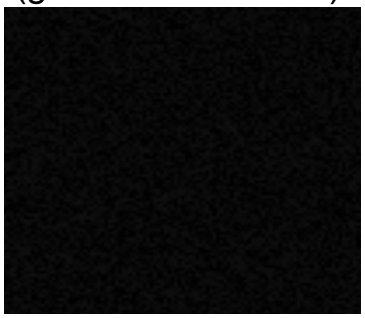
2. Oktave
(gewichtet mit 1/2)



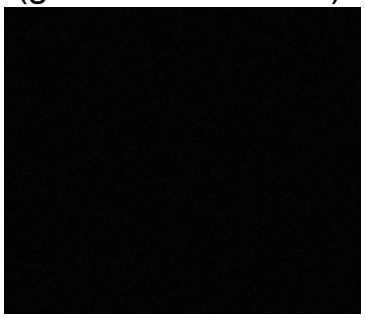
3. Oktave
(gewichtet mit 1/4)

4. Oktave
(gewichtet mit 1/8)

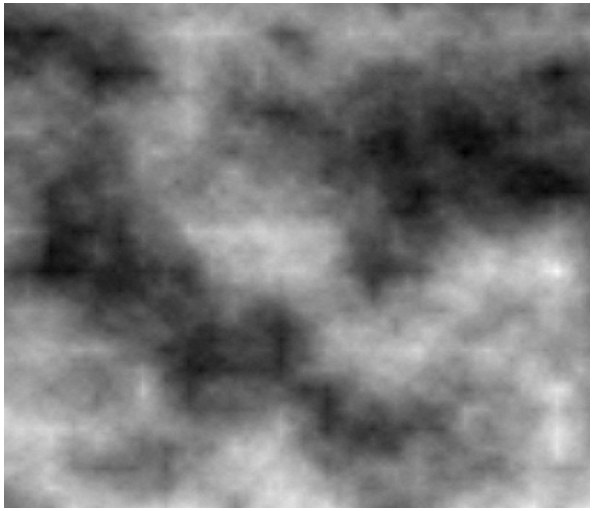
5. Oktave
(gewichtet mit 1/16)



6. Oktave
(gewichtet mit 1/32)



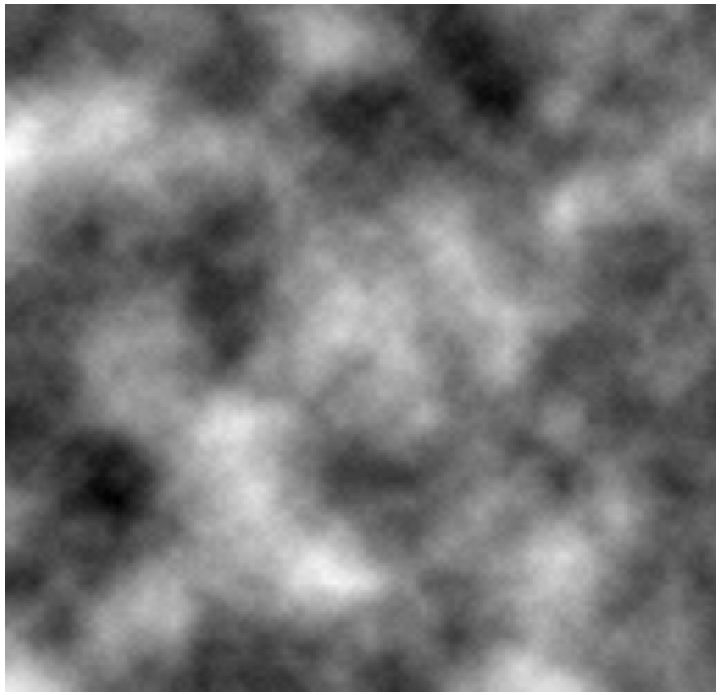
Ergebnis

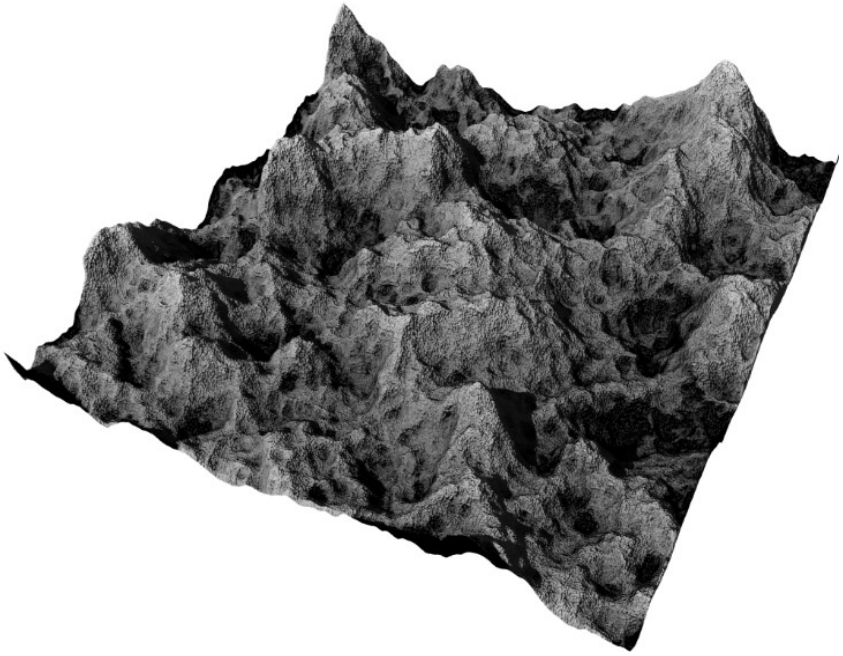


Kartengenerierung
3D Terrain

Verwende generiertes Rauschen direkt als Displacement-Map

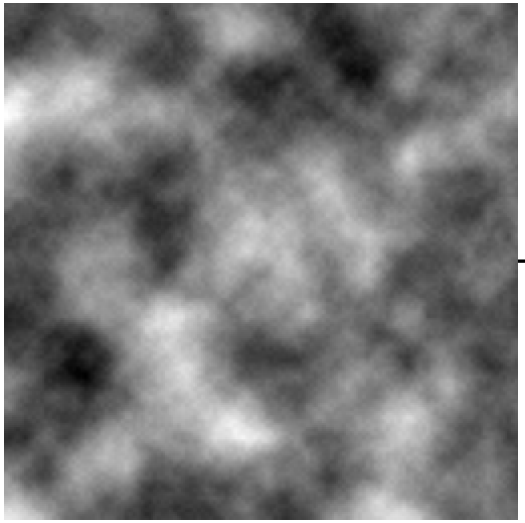
Hell = Berge, Dunkel = Täler

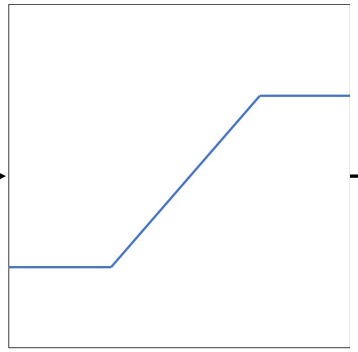




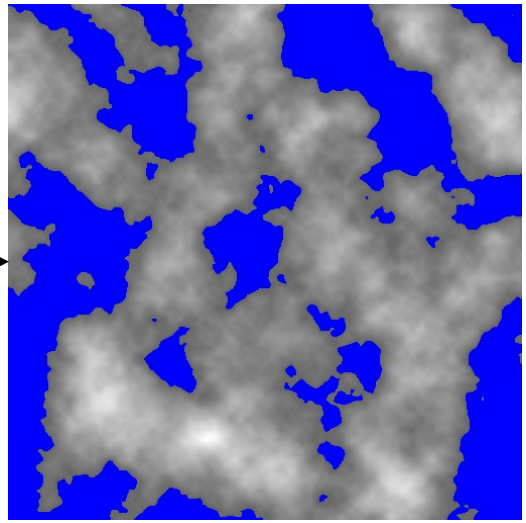
Kartengenerierung
Einteilung in Gebiete - Rampenfunktion

Beispiel: Festlegung des Wasserpegels





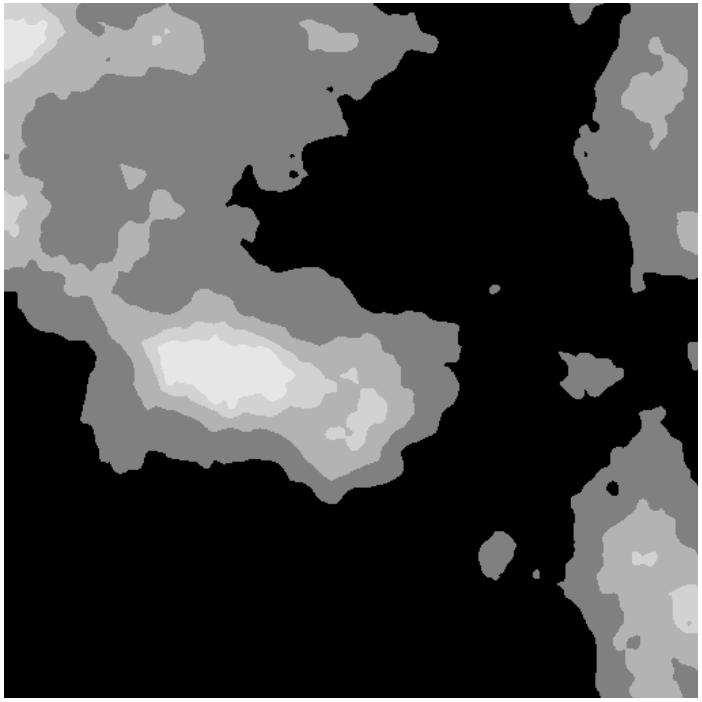
Begrenzt Werte
nach unten bzw. oben



Begrenzt nach unten auf 30% Helligkeit,
alles unter 30% Helligkeit blau eingefärbt

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Einteilung in Gebiete - Treppenfunktion

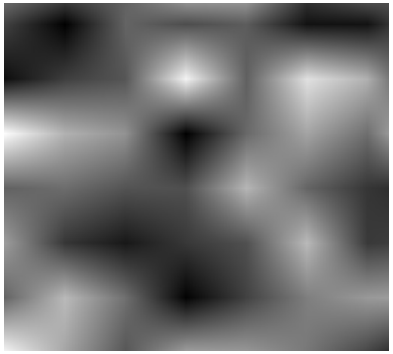
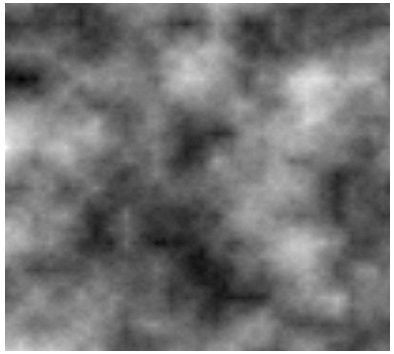
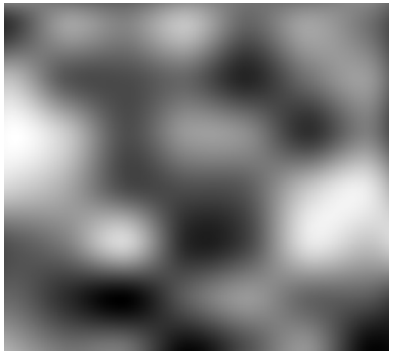
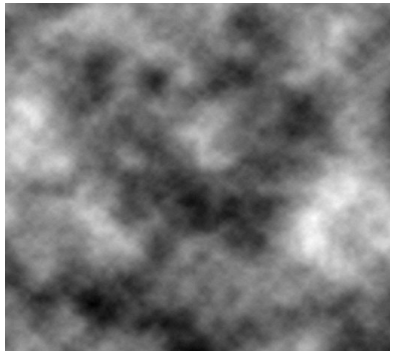


Einteilung in 5 Helligkeitsstufen
0 – 50 → 0,
51 – 100 → 51,
101 – 150 → 101 usw.

Helligkeitsstufen eingefärbt →
Zuweisung eines Kacheltyps zu jeder Stufe

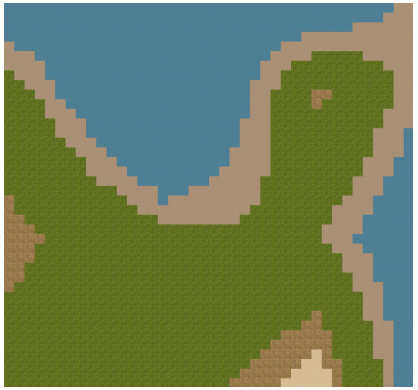
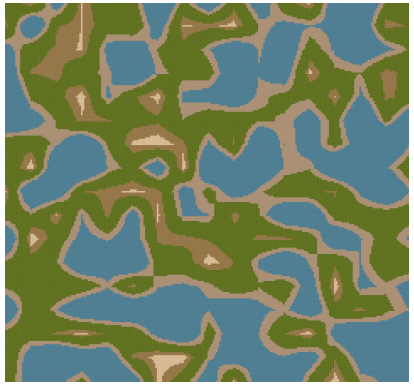
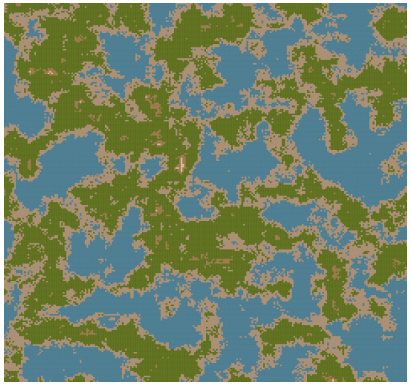
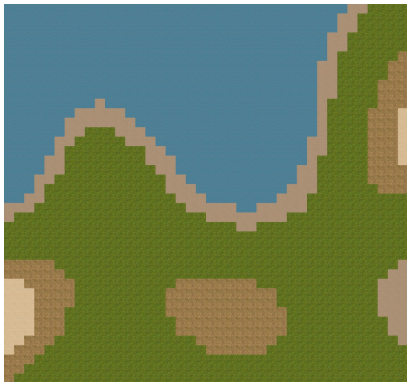
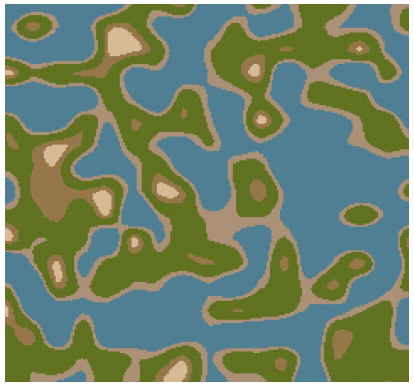
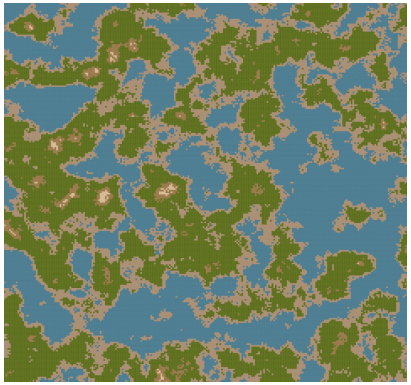
Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Vergleich Bilinear und Bikubisch

	1. Oktave	2. Oktave	Ergebnis
Bilinear			
Bikubisch			

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Vergleich Bilinear und Bikubisch

	40x40, 1 Oktave	240x240, 1 Oktave	240x240, 8 Oktaven
Bilinear			
Bikubisch			

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Vegetation

- **Direkte Zuweisung einer Kachelart** (= eines Intervalls)
  - führt zu vorhersehbarer Platzierung
  - oberstes Werteintervall:
  Bäume bilden gleichmäßige Gruppen in der Mitte der Inseln
  - anderes Intervall: Wälder bilden Ringe um freie Flächen, die dadurch nicht mehr durch Spielfiguren begehbar sind
- **Besser: Generiere zweites Wertrauschen**
  - Anwendung Rampenfunktion:
  Alle Kacheln unterhalb eines bestimmten Wertes sind Kandidaten für das Platzieren eines Baumes oder ähnlichen Objekts.
  - Anpassen des Grenzwertes variiert Menge und Dichte der Bäume
  - Verhindern der Platzierung in Wüste oder Wasser:
  Bilde Schnittmenge zwischen Karten-Wertrauschen und potenziellen Waldkacheln
- kann auch für weitere Variationen der Karte verwendet werden
  verschneite Gebiete oder
  unterschiedliche Bodenarten wie z.B. Sümpfe

Technische Hochschule Rosenheim

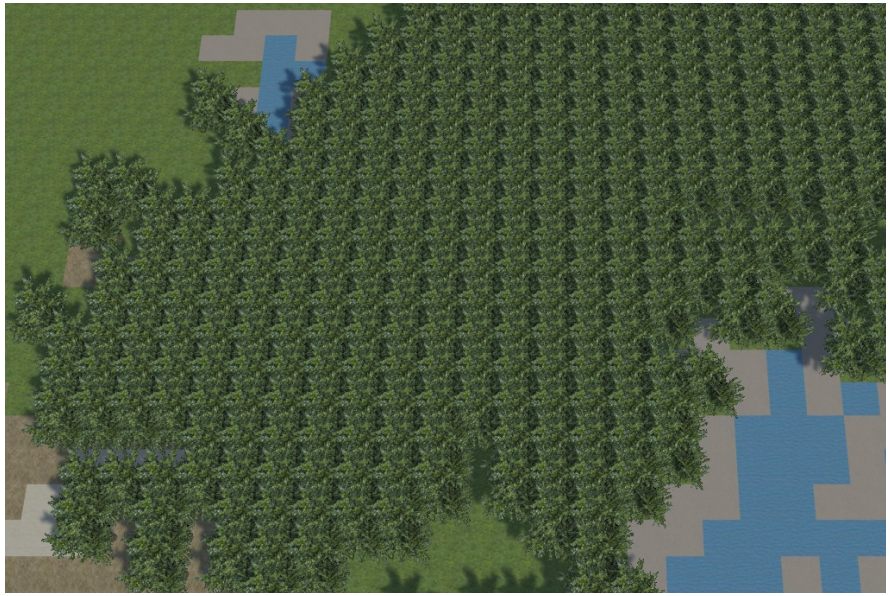
Kartengenerierung
Vegetation

Wertrauschen für Vegetation nach Anwendung der Rampe schwarz = mögliche Positionen für Bäume

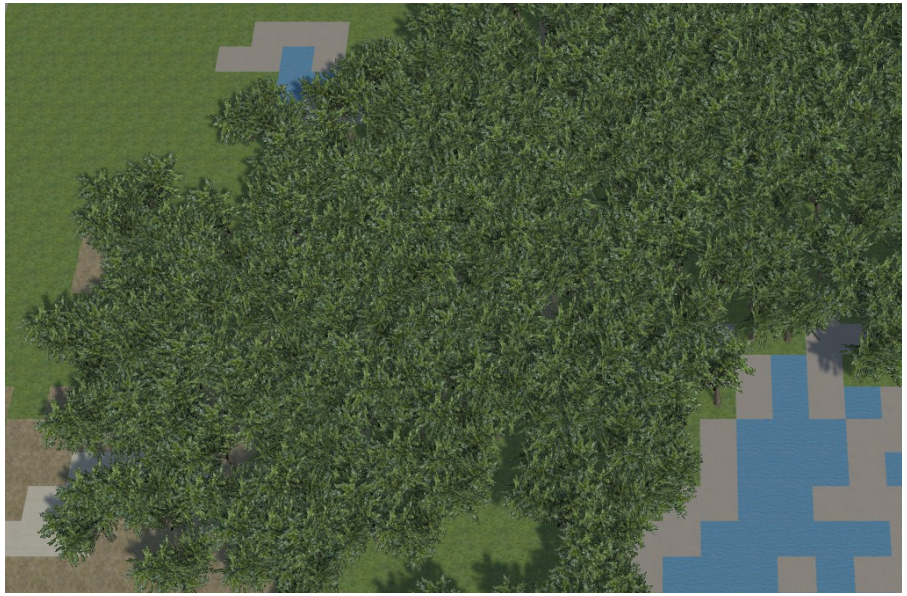
Erlaubte Kacheln für Bäume Wasserkacheln wurden ausgenommen

Schnittmenge – hier dürfen tatsächlich Bäume platziert werden

Kartengenerierung
Vegetation - Variation



Bäume ohne Variation in Rotation und Größe



Bäume mit zufälliger Rotation (0° - 360°)
und Skalierung (Faktor 0,9 – 1,1 in jeder Dimension)

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Ressourcen

- Wichtiges Element vieler Strategiespiele: auf der Karte verteilte Ressourcen (z.B. Goldminen), die von Spielern gesammelt und genutzt werden können
- Unterschied zu Bäumen:
  - nicht flächendeckend, sondern in kleinen Gruppen an zufälligen Positionen
  - nur an Stellen, die nicht bereits durch Bäume oder andere Objekte belegt sind, und nicht im Wasser liegen.
  - Es soll eine bestimmte Menge an Ressourcen generiert werden
    Beeinflussung Schwierigkeitsgrad
    oder Anpassung der Ressourcenmenge an das Spielszenario

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Ressourcen

- Idee:
  - Platziere Ressource wird an einer zufälligen freien Position platziert, sofern nicht bereits die maximale Gruppengröße von z.B. 4 Goldminen in den umliegenden 9 Feldern (einschließlich der gewählten Position) erreicht ist.

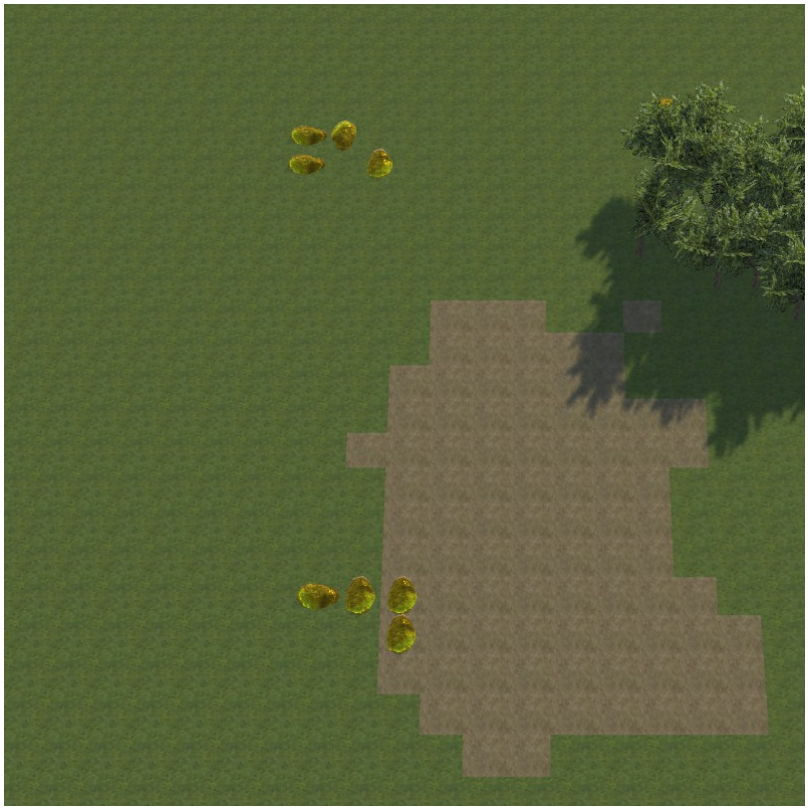
  - Platziere weitere Ressourcen auf zufälligen direkt benachbarten Kacheln, sofern diese ebenfalls frei sind, bis maximale Gruppengröße der Ressource oder gewünschte Gesamtmenge an Ressourcen erreicht ist.

  - Eine Reihe von Kacheln um die Ressourcengruppe herum soll frei bleiben, damit sich nicht mehrere Gruppen durch Zufall zu einer größeren Gruppe zusammenschließen können

  - Nach Platzierung: rotiere die Ressource um ein zufällig gewähltes Vielfaches von 90°

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Ressourcen



Zufällig platzierte Goldminen, die in Vierergruppen angeordnet wurden.

Anordnung innerhalb der Vierergruppe ist ebenfalls zufällig.

Zufällige Rotation der einzelnen Goldminen
Zur Erhöhung der Variation.

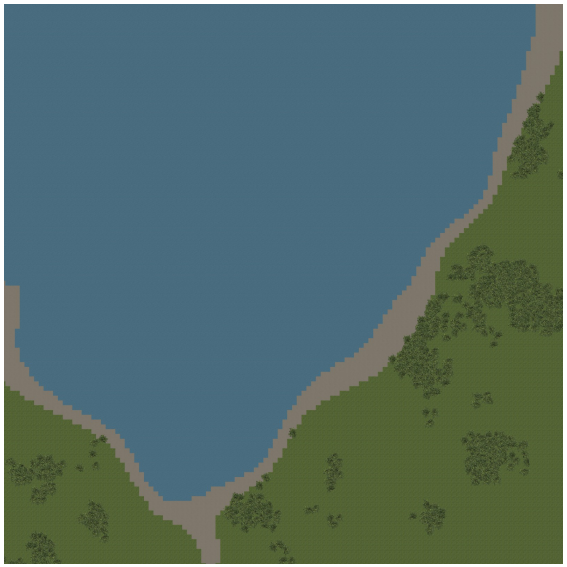
Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Häuser und Straßen

Platzierung von Häusern:
mit den vorher gezeigten Methoden

Straßen:
Berechnung mit A*-Algorithmus
Heuristik: Manhattan-Abstand
Waldkacheln erhalten höheres Gewicht

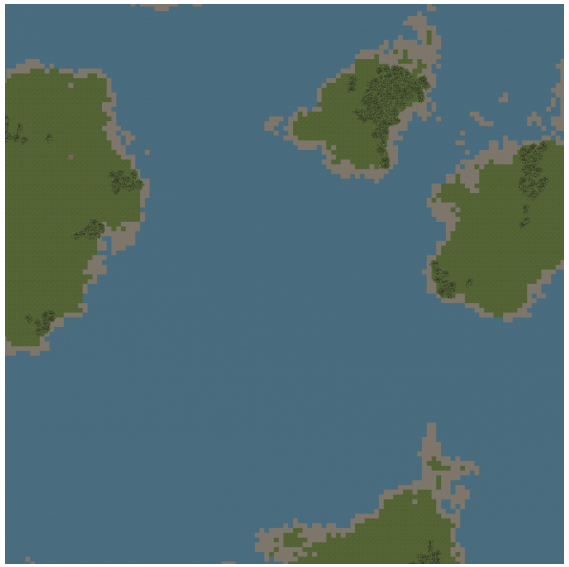
Kartengenerierung
Beispiele



Gitterabstand:
150% der Kartengröße

Intervalle:

[0; 0,5[	Wasser
[0,5; 0,55[	Sand
[0,55; 1,0]	Gras



Gitterabstand:
25% der Kartengröße

Intervalle:

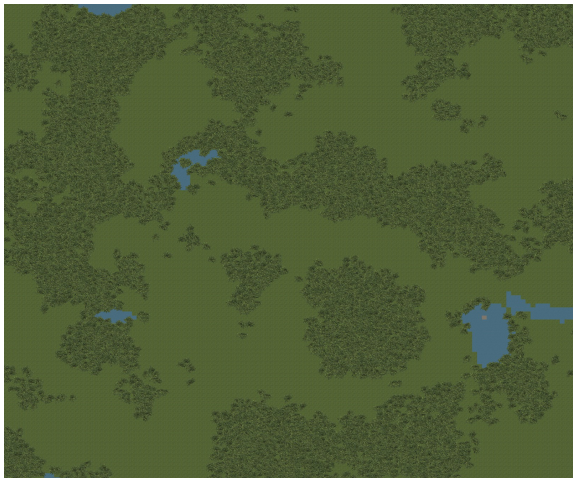
[0; 0,6[	Wasser
[0,6; 0,65[	Sand
[0,65; 1,0]	Gras

Gitterabstand:
20% der Kartengröße

Intervalle:

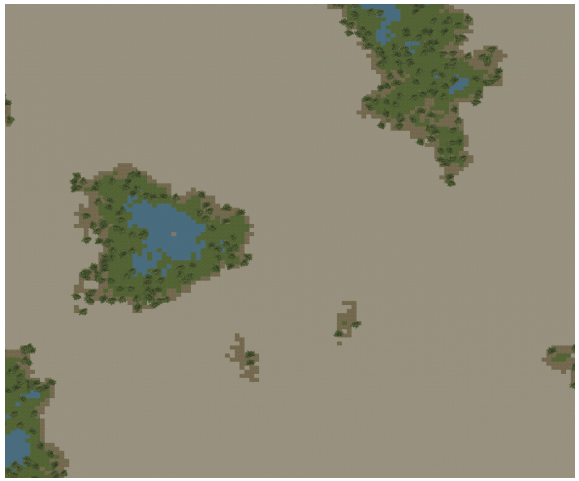
[0; 0,7[	Wasser
[0,7; 0,75[	Sand
[0,75; 1,0]	Gras

Kartengenerierung
Beispiele



Gitterabstand:
33% der Kartengröße

Intervalle:
[0; 0,9[Gras
[0,9; 1,0] Wasser
Wald: bilineares Wertrauschen,
Gitterabstand: ca. 8% der Kartengröße
Intervallgrenze 0,5



Gitterabstand:
25% der Kartengröße

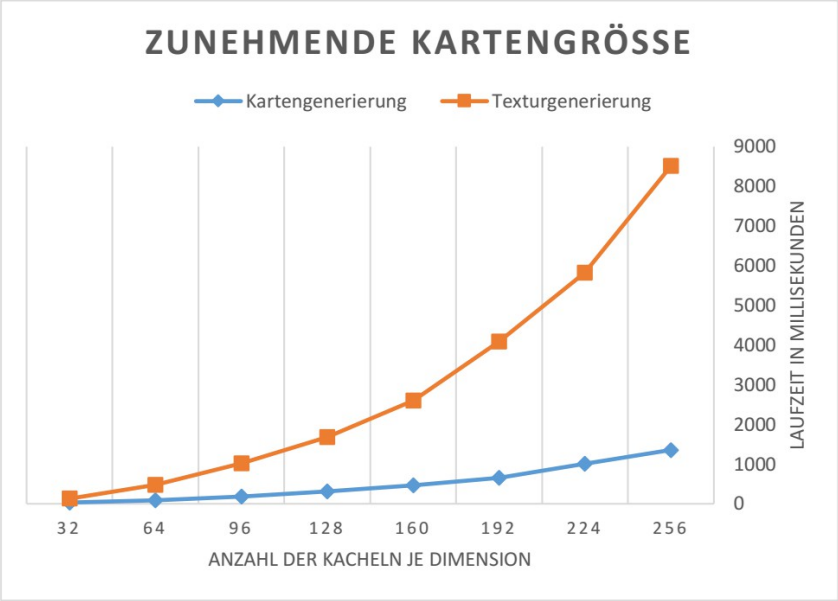
Intervalle:
[0; 0,75[Sand
[0,75; 0,9[Gras
[0,9; 1,0] Wasser
Bäume: Gitterabstand 1
Intervallgrenze 0,15

Technische Hochschule Rosenheim

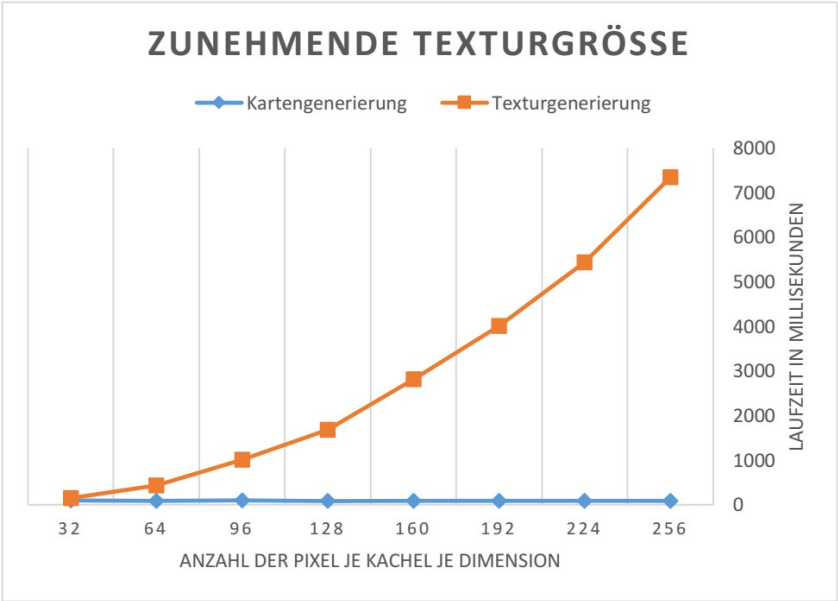
Kartengenerierung
Laufzeit

- Komplexität bei Kachelgröße n x n : $O(n^2)$
- Für möglichst niedrige Rechenzeit zur Texturgenerierung und gute Grafikspeichernutzung:
  - Texturauflösung der Kacheln sollte niedriger werden, je größer die zu generierende Karte ist
  - Unity begrenzt zudem die Texturgröße auf 16384 x 16384 Pixel

Kartengenerierung
Laufzeit



Laufzeit bei zunehmender Kartengröße und konstanter Texturauflösung



Laufzeit bei zunehmender Texturauflösun
und konstanter Kartengröße

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Step by Step Video zum Abschluss:

- Procedural Terrain Generation; Brackeys, Youtube, 2017:
  https://www.youtube.com/watch?v=bG0uEXV6aHQ
  (Unter Verwendung von Perlin Noise)

  Generating Terrain in Unity; Brackeys, Youtube, 2017:
  https://www.youtube.com/watch?v=vFvwyu_ZKfU

Technische Hochschule Rosenheim

Kartengenerierung
Quellen

- [Krä17] Raimund Krämer: *Algorithmische Kartengenerierung für Strategiespiele – Konzeption und Implementierung.* Bachelorarbeit, Hochschule Rosenheim, Fakultät für Informatik, 2017. Betreuer: J. Schmidt.