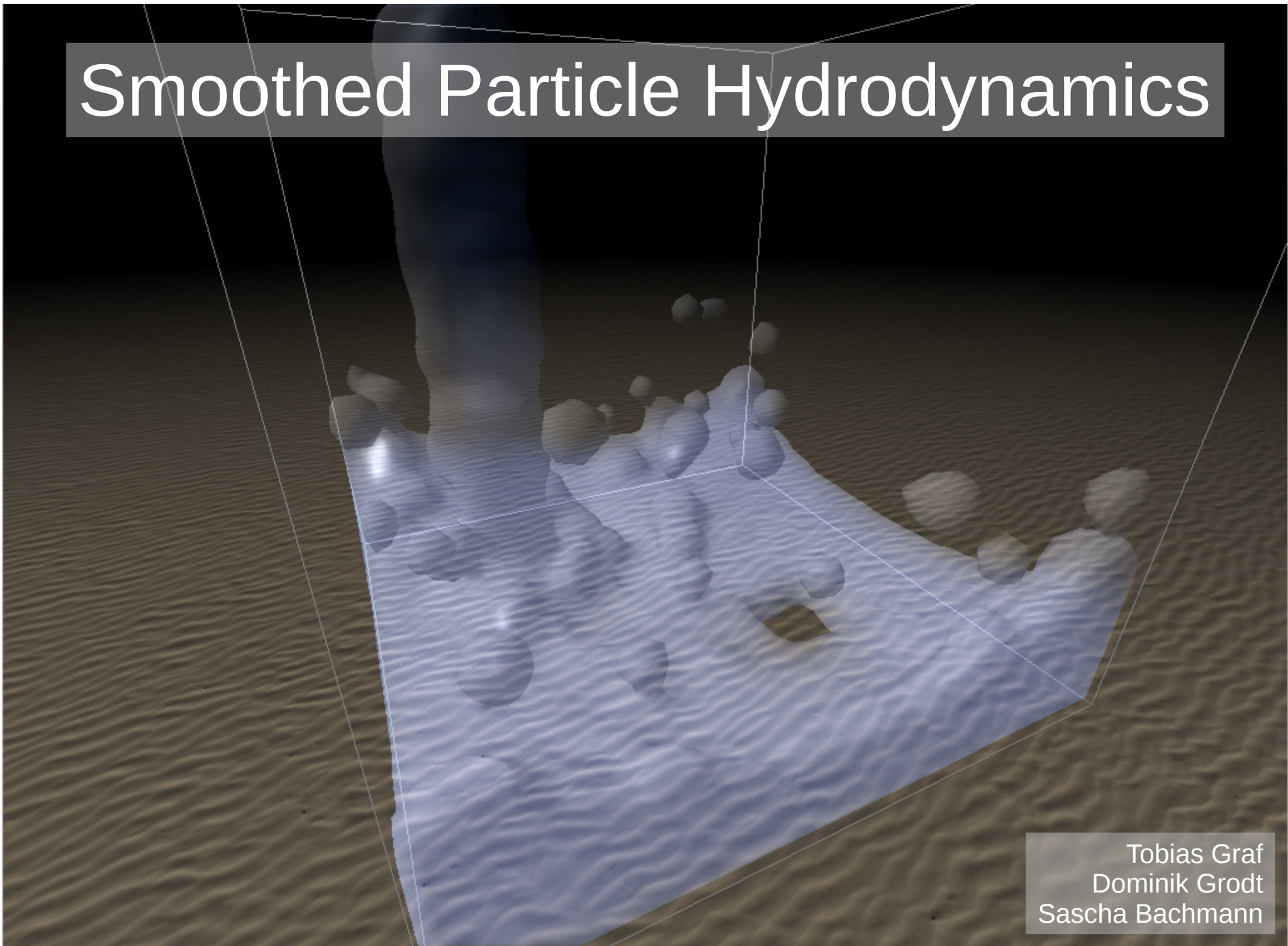


Smoothed Particle Hydrodynamics



Tobias Graf
Dominik Grodt
Sascha Bachmann

Partikelberechnungen

SPH Algorithmus

SPH Algorithmus

Update der Partikel-Position analog zu N-Body:

1. Berechne die auf jeden Partikel wirkenden Kräfte (Druck, Viskosität, Boundary, Gravitation)

SPH Algorithmus

Update der Partikel-Position analog zu N-Body:

1. Berechne die auf jeden Partikel wirkenden Kräfte (Druck, Viskosität, Boundary, Gravitation)

2. Berechne neue Position mittels

$$Velo_i = (Force_i / mass_i) \cdot \Delta t$$

$$Pos_i = Velo_i \cdot \Delta t$$

Berechnung physikalischer Größen

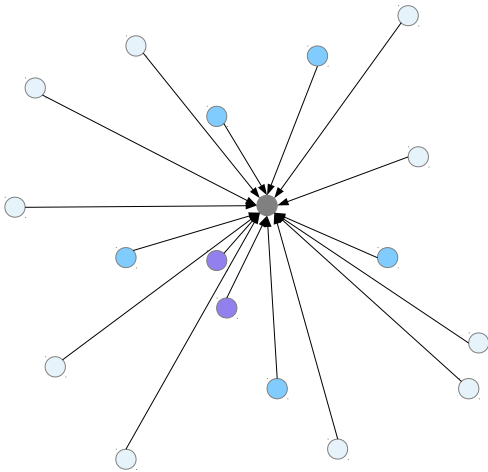
Berechnung physikalischer Größen

Grundsätzlich: Approximation einer physikalischen Größe A_i für den Partikel i als gewichtete Summe über benachbarte Partikel

Berechnung physikalischer Größen

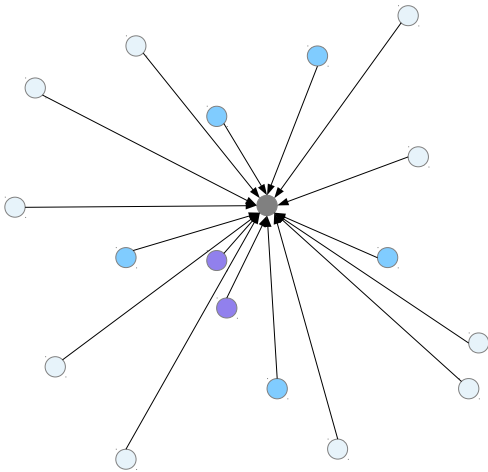
Grundsätzlich: Approximation einer physikalischen Größe A_i für den Partikel i als gewichtete Summe über benachbarte Partikel

- Je näher ein Partikel, desto größer der Beitrag zur Summe



Berechnung physikalischer Größen

Grundsätzlich: Approximation einer physikalischen Größe A_i für den Partikel i als gewichtete Summe über benachbarte Partikel



- Je näher ein Partikel, desto größer der Beitrag zur Summe
- Beispiel Dichte:

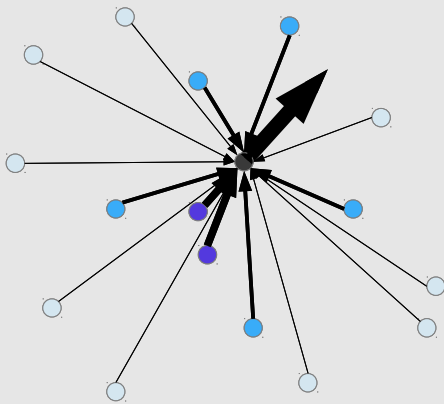
$$\rho_i = \sum_j \text{mass}_j \cdot W(\text{distance}(i, j))$$

wobei W ein geeigneter smoothing kernel ist

Qualitative Kräfte-Übersicht

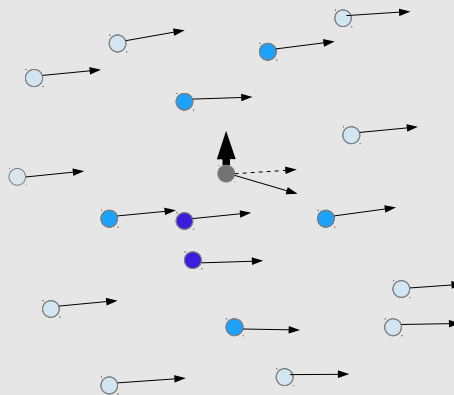
Druck

- Jeder Partikel übt Kraft in Richtung eines jeden Nachbarn aus
- Betrag abhängig von Dichte und Abstand der Partikel



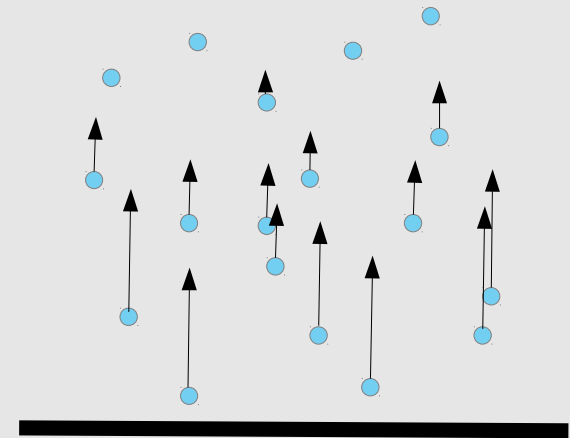
Viskosität

- Innere Reibung
- Hält Partikel in der Spur
- Kraft wirkt in Richtung der mittleren lokalen Geschwindigkeitsdifferenz



Boundary

- Wird modelliert durch Kräfte, die von den Wänden in Richtung der Partikel wirken



Parallelität

- Implementiert als n-Body-System

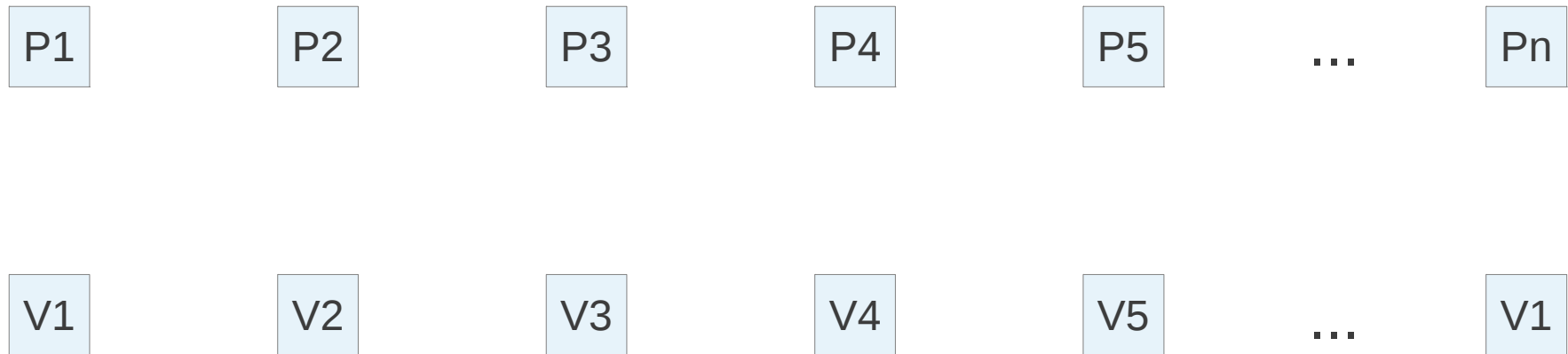
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



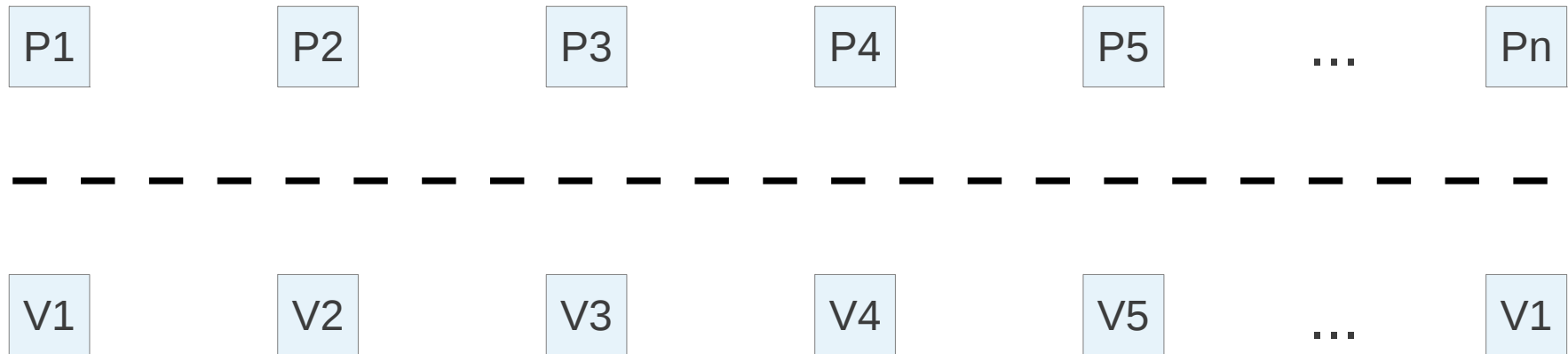
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



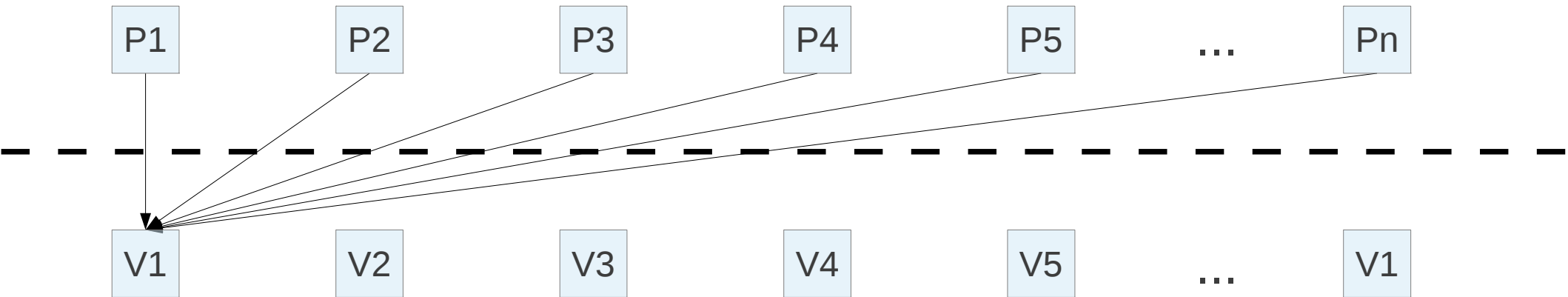
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



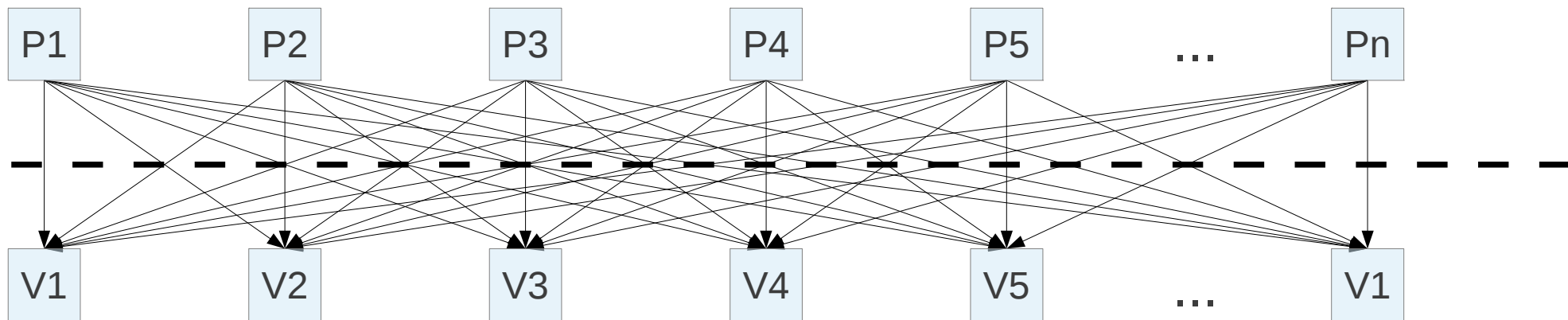
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



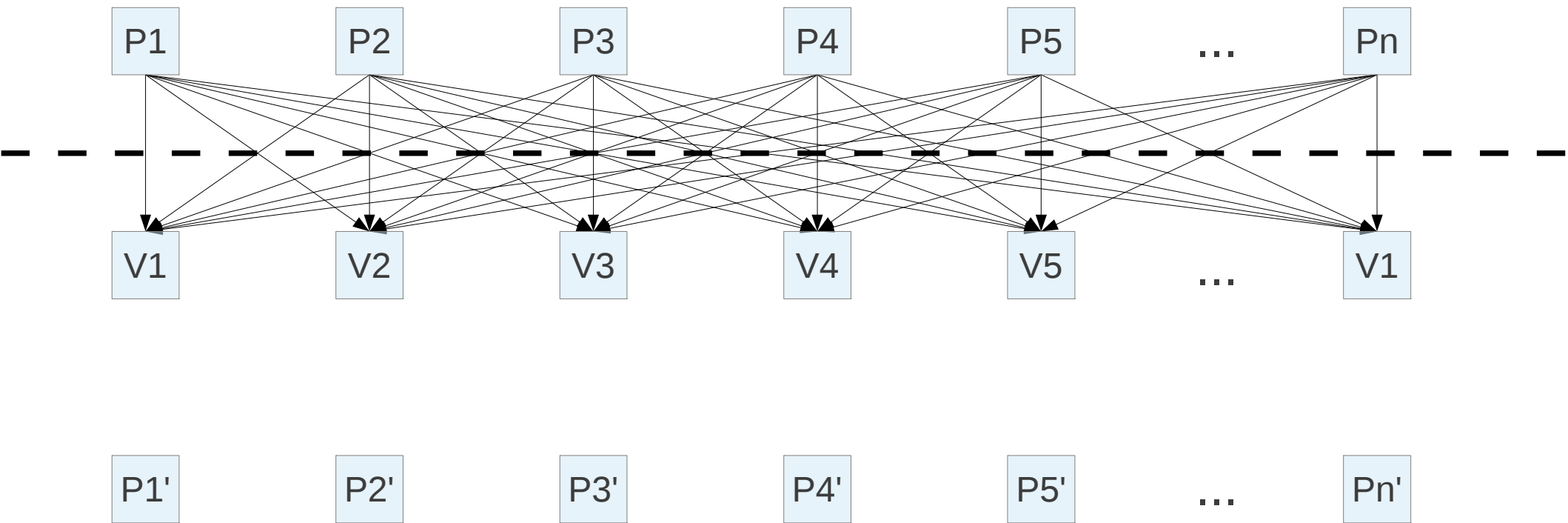
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



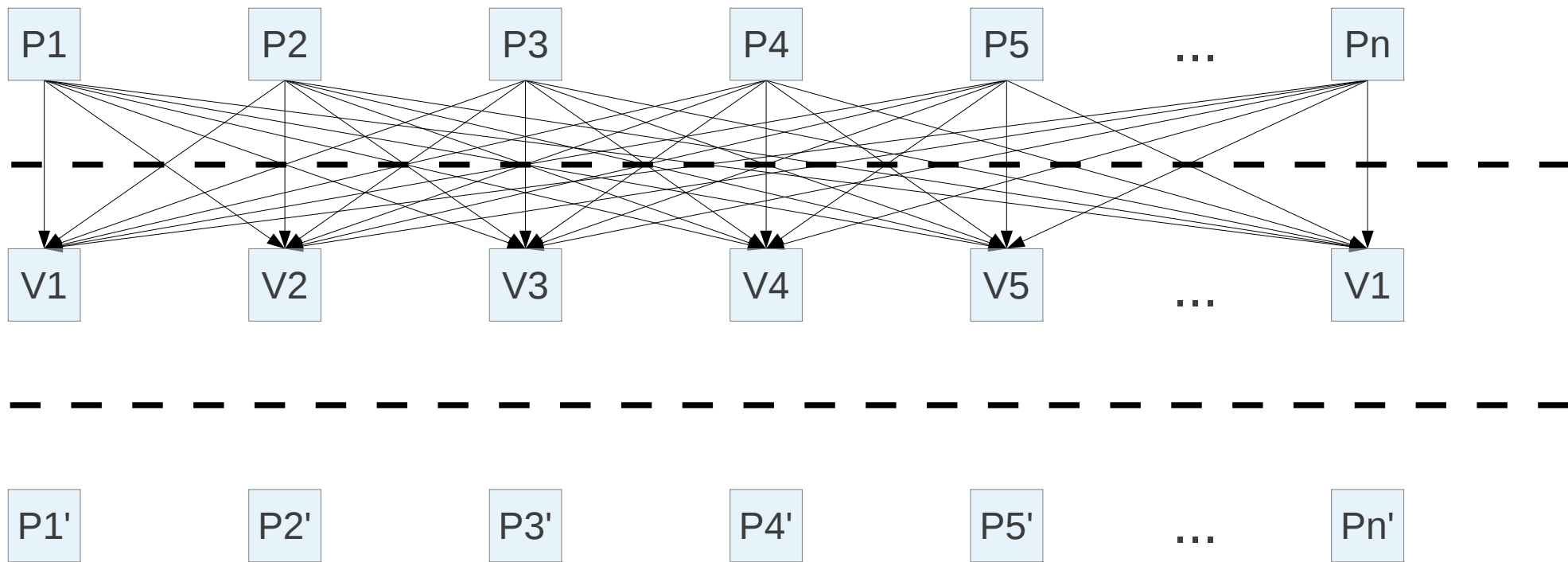
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



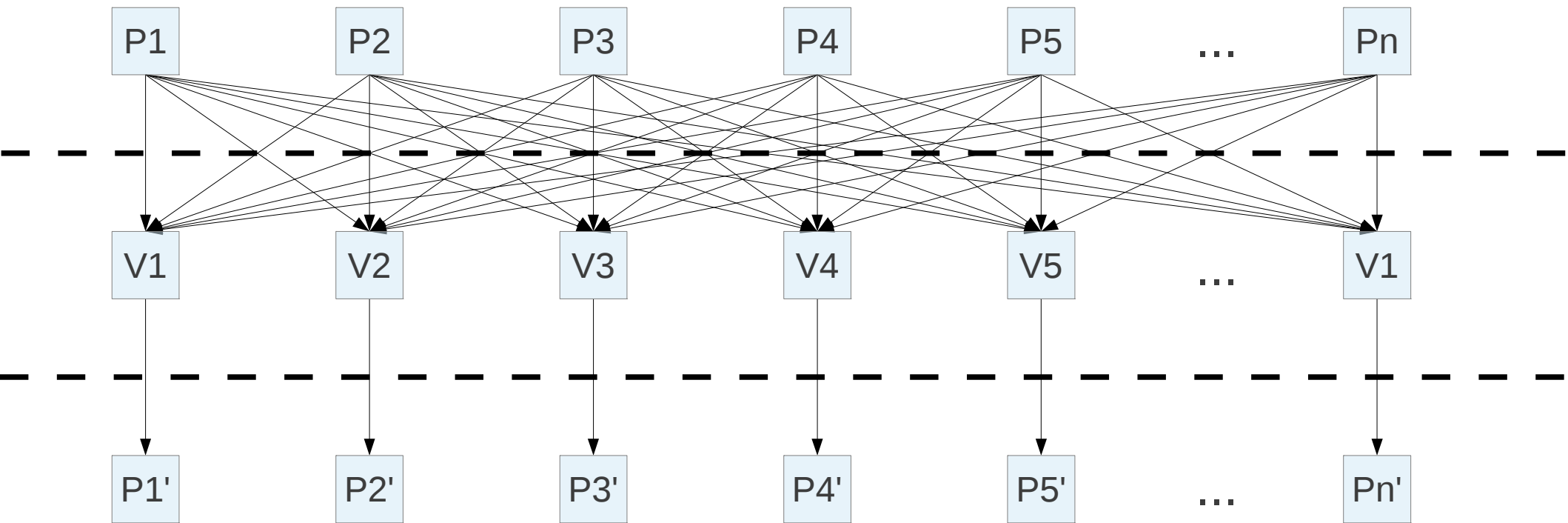
Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



Parallelität

- Implementiert als n-Body-System



Nachbarschaft

Nachbarschaft

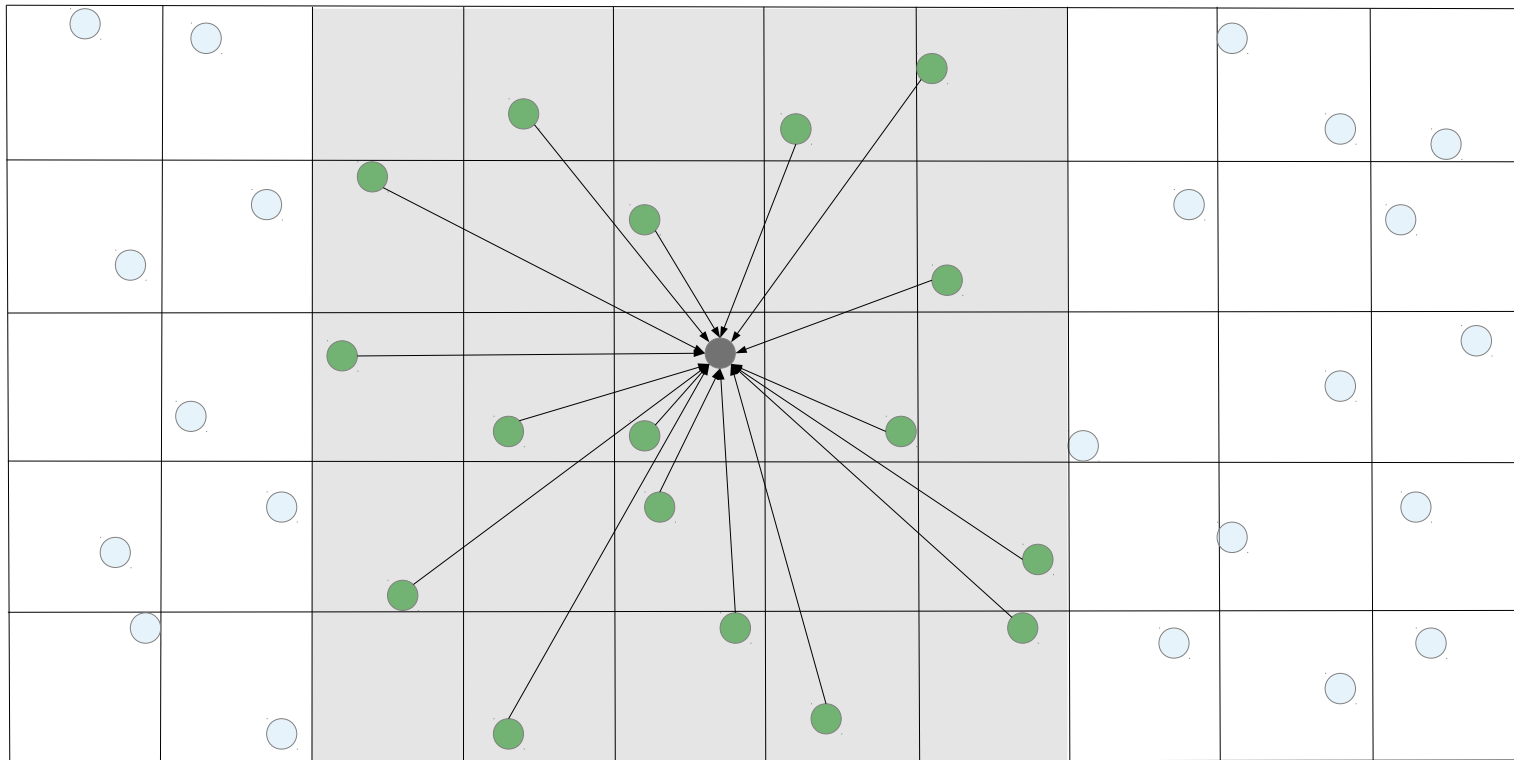
- Problem: $O(n^2)$ Interaktionsberechnungen

Nachbarschaft

- Problem: $O(n^2)$ Interaktionsberechnungen
- Lösung: Beschränkung auf (un-)mittelbare Nachbarschaft

Nachbarschaft

- Problem: $O(n^2)$ Interaktionsberechnungen
- Lösung: Beschränkung auf (un-)mittelbare Nachbarschaft



Visualisierung

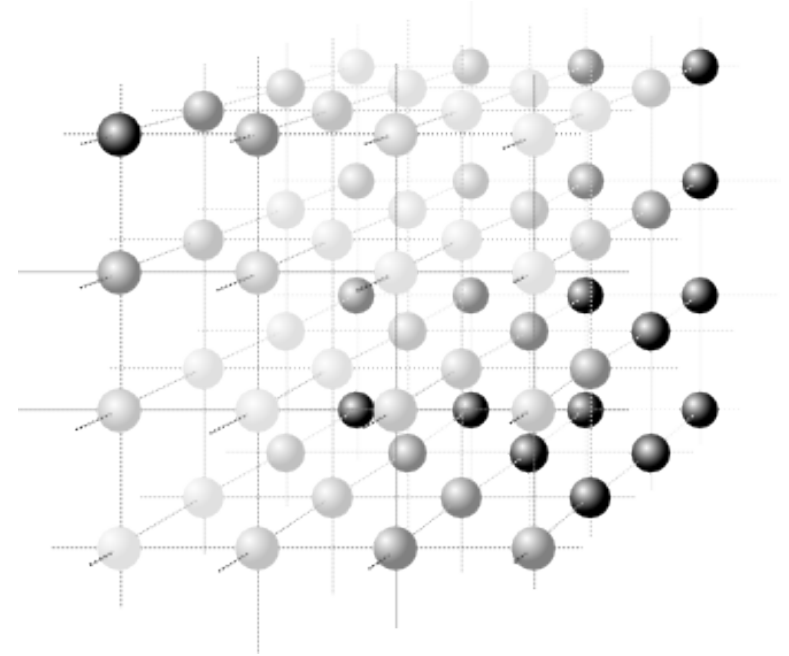
Oberfläche

Oberfläche

- Mithilfe von Marching Cubes

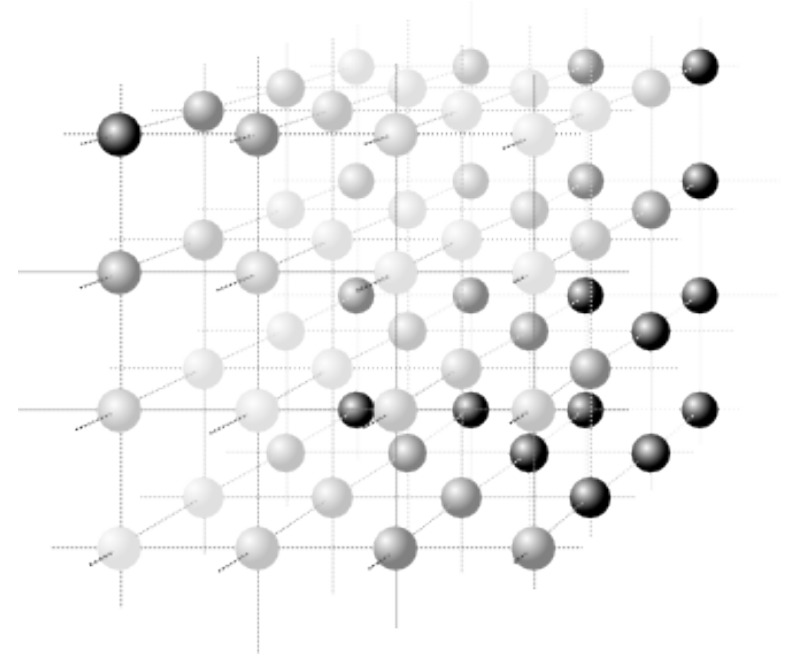
Oberfläche

- Mithilfe von Marching Cubes
- Unterteilung des Raums in Voxelgitter



Oberfläche

- Mithilfe von Marching Cubes
- Unterteilung des Raums in Voxelgitter
- Pro Voxel
 - „Belegte“ Eckpunkte bestimmen
 - Mesh aus Vorlage übernehmen (ggf. Rotation)



Marching Cubes

Marching Cubes

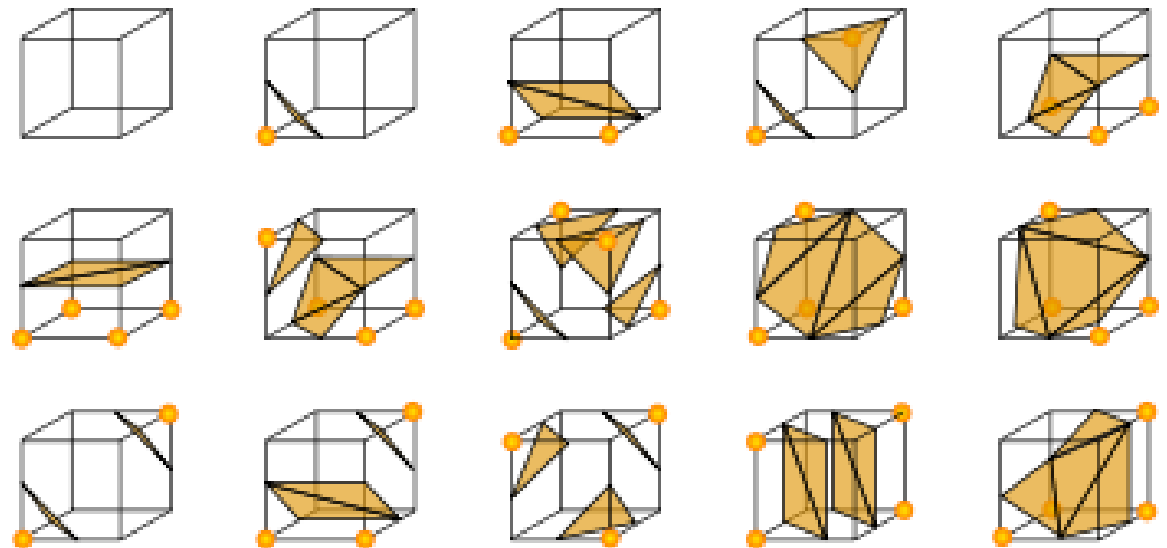
- Benötigte Schritte

Marching Cubes

- Benötigte Schritte
 - Ermittle belegte Voxel

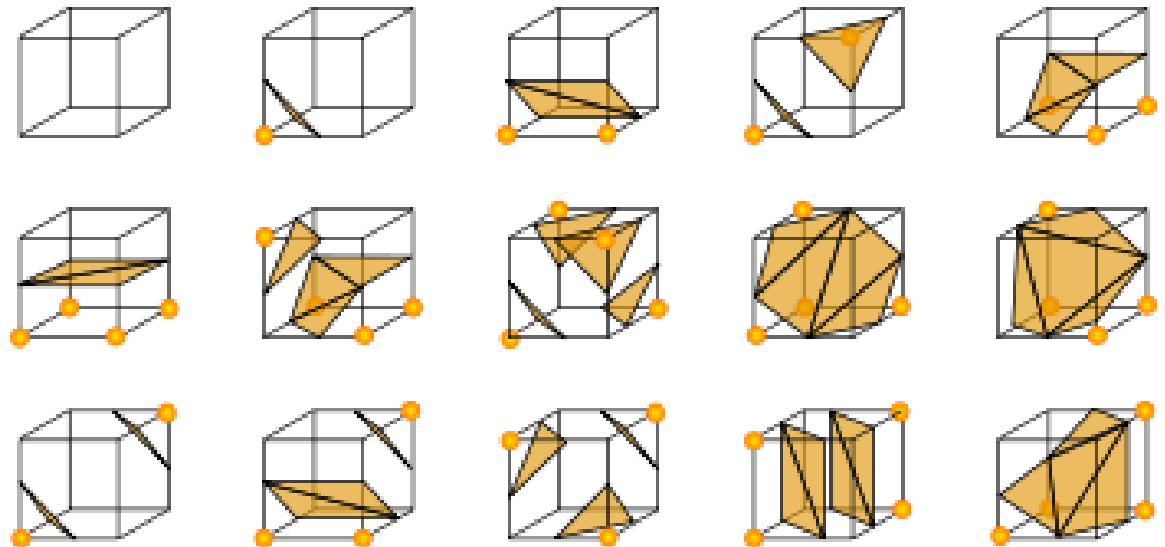
Marching Cubes

- Benötigte Schritte
 - Ermittle belegte Voxel
 - Bestimme Konfiguration
 - Fülle Vertex und Index Buffer
 - Zusätzlich fürs Rendern die Normalen



Marching Cubes

- Benötigte Schritte
 - Ermittle belegte Voxel
 - Bestimme Konfiguration
 - Fülle Vertex und Index Buffer
 - Zusätzlich fürs Rendern die Normalen
- Kritischer Parameter
 - Gittergröße



Deferred Shading

Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen

Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte

Deferred Shading

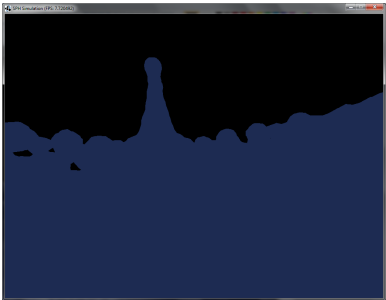
- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung

Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung
 - Wasser Effekt

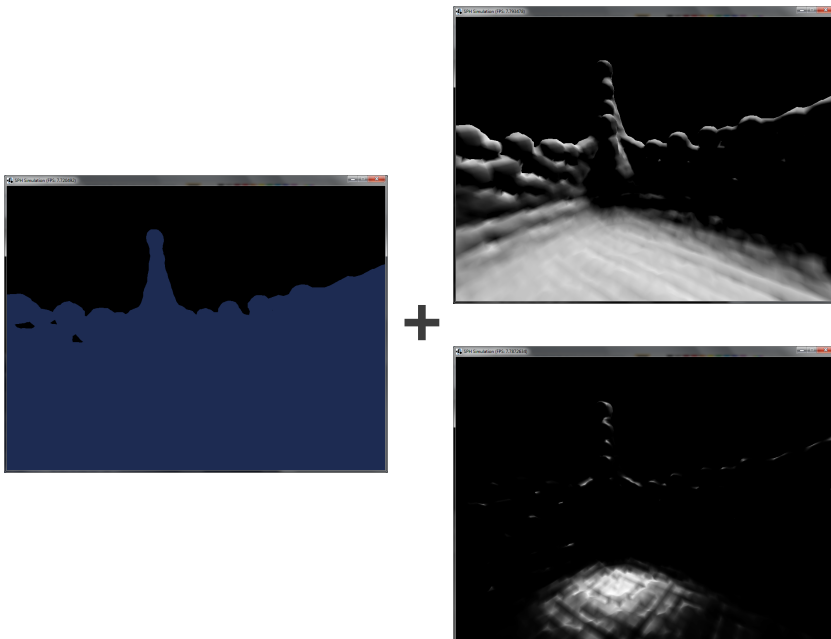
Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung
 - Wasser Effekt



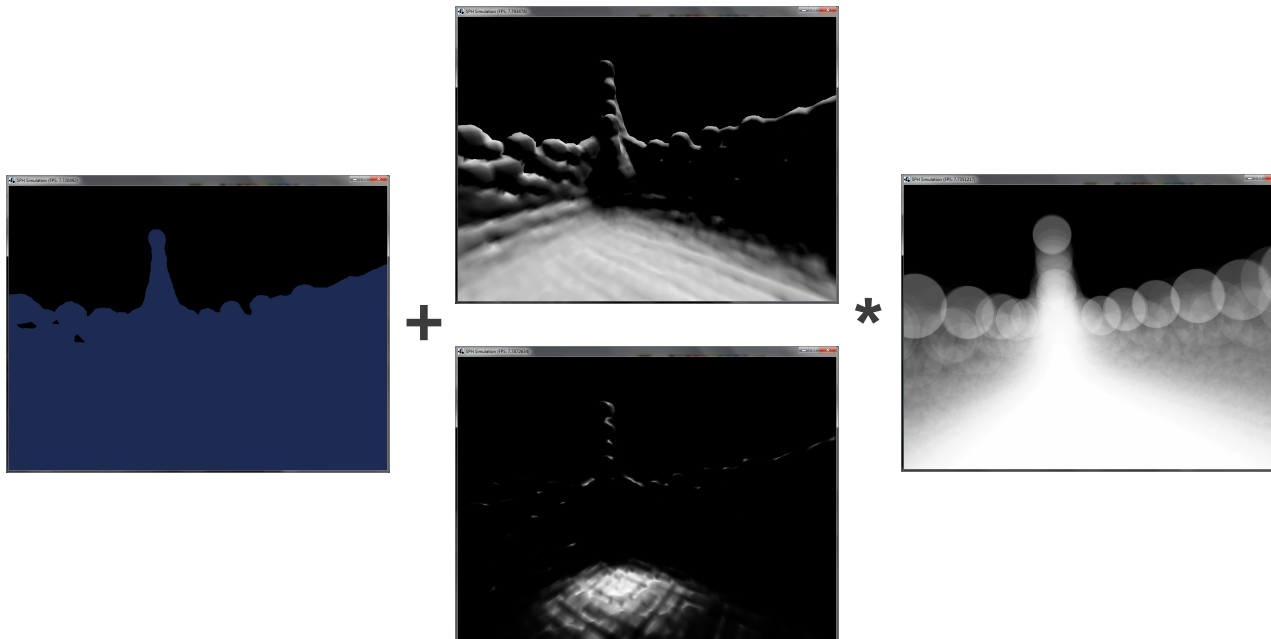
Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung
 - Wasser Effekt



Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung
 - Wasser Effekt



Deferred Shading

- Zeichnen der Szenen in Texturen
 - Erlaubt einfache Postprocessing Effekte
 - Ursprünglich für Lichtberechnung
 - Wasser Effekt

