

## Massiv-parallele Simulation

- Exkurs / Erinnerung: die GPU als massiv-parallele general-purpose Architektur
- Speicherung der Daten in Texturen:
  - Verwende 2D-Texture, da so mehr Partikel gespeichert werden können (reines Impl.-Detail)
    - Indizes nach 2D-Indizes umrechnen, oder gleich mit 2D-Indizes arbeiten

Zeit  $t$

Position →

Geschwind. →

Zeit  $t+1$

Statische Info (Time of birth, particle type,...)

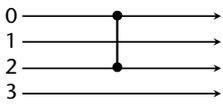
G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 60

- Verwaltung freier Speicherplätze (memory management):
  - Wenn Partikel stirbt, trage Textur-Index in Liste ein
  - Bei Partikel-Generierung: hole freie Indizes aus Liste
  - Eventuell besser: Queue statt Liste, sortiert nach Index
    - Vorteil: keine Fragmentierung (keine "Löcher")
    - Nachteil: man kann nicht en bloc/parallel neue Partikel generieren und allozieren

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 61

## Paralleles Sortieren

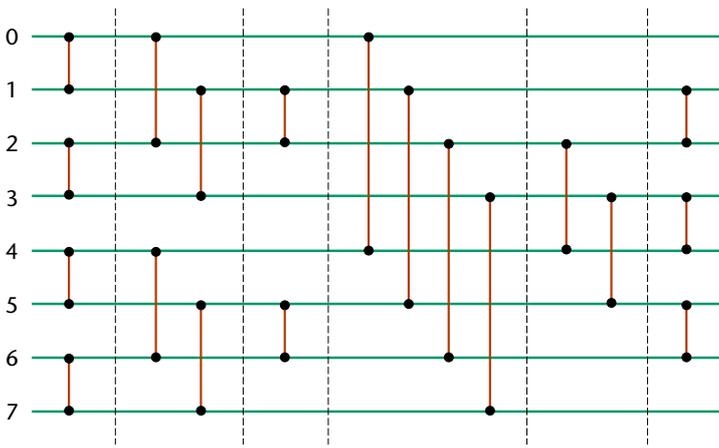
- Erinnerung: Sortierung wird für Alpha-Blending benötigt
- Lösung: **Sortiernetzwerke**
- Informelle Definition:
  - Bestehen aus einer Menge von "Leitungen"
  - Daten  $D_i$  laufen von links nach rechts durch die Leitungen  $i$
  - Zwei Leitungen können vertikal durch einen Komparator verbunden werden
  - Falls  $D_i > D_j \wedge i < j$ ,  
dann werden die beiden Daten  
durch den Komparator vertauscht
- Eigenschaft: Ein Sortiernetzwerk ist **datenunabhängig**, d.h., die Laufzeit ist unabhängig von der "Sortiertheit" der Eingabe!



0 —————→  
1 —————→  
2 —————→  
3 —————→

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 62

## Beispiel



0 —————→  
1 —————→  
2 —————→  
3 —————→  
4 —————→  
5 —————→  
6 —————→  
7 —————→

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 63

▪ Laufzeit:

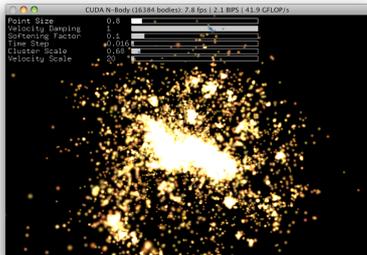
$$\frac{1}{2} \log^2 n + \frac{1}{2} \log n \quad \text{rendering passes}$$

▪ Ergibt 210 Passes für 1024 x 1024 Partikel

- Kann man inkrementell machen, also eine kleine Anzahl Sortier-Passes pro Frame

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 76

Demos



N-body simulation

<http://www.nvidia.com/cuda>

G. Zachmann Virtuelle Realität und Simulation - WS 08/09 Partikelsysteme 77