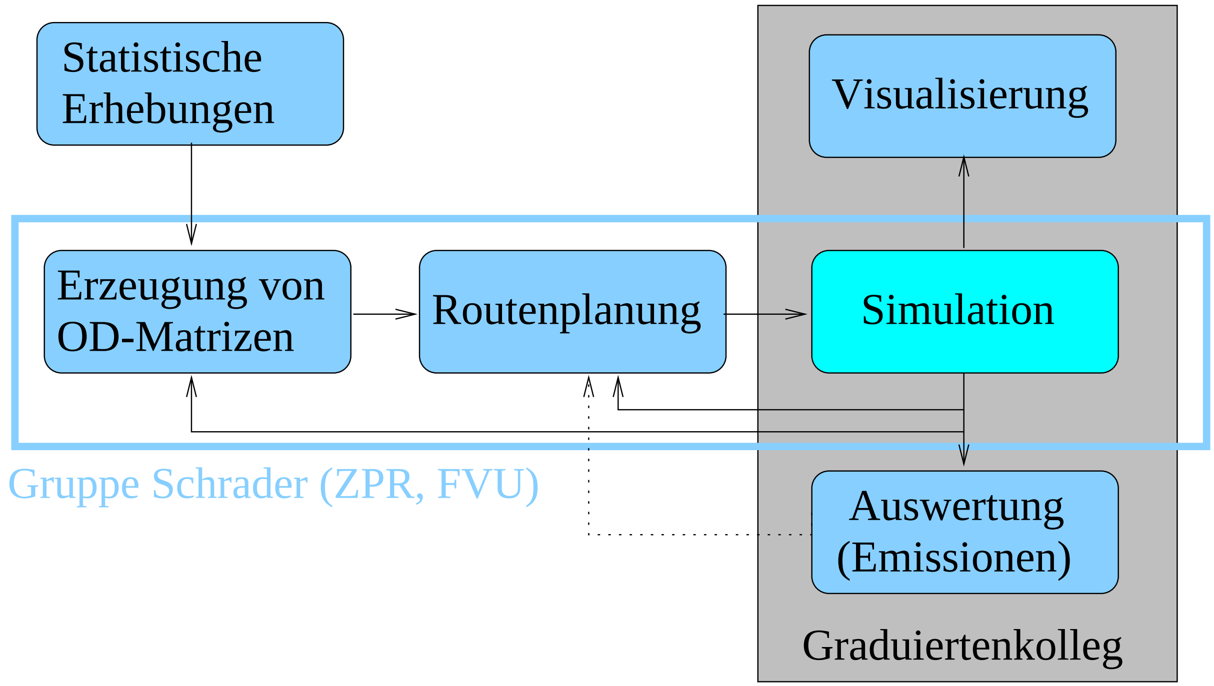
Verkehrssimulation

GK Scientific Computing Köln

Gruppe Schrader
Stipendiat Rickert



- Verkehrsmanagement
  (z.B. Online-Routing, variable Verkehrszeichen)
- Verkehrsplanung (z.B. Wegepläne)
- Umwelteinwirkungen ($\rightarrow$ FVU, Gruppe Ebel)

Modellimplementationen

Rechenintensiv durch mikroskopische Auflösung in Kombination mit großen Straßennetzen, daher:

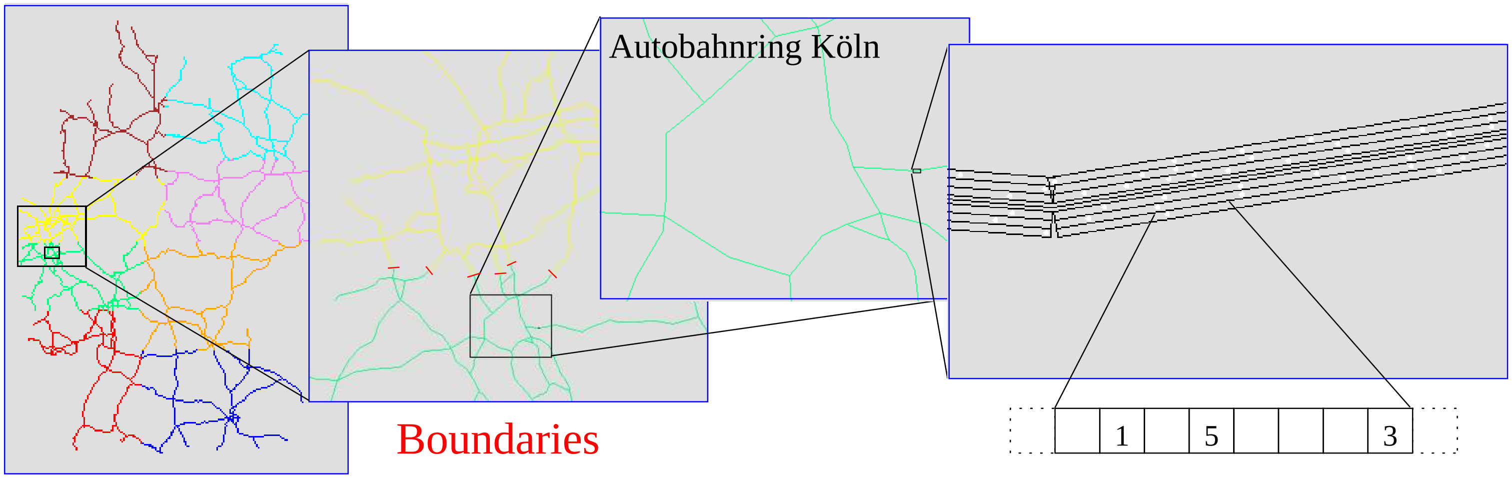
Schnelle mikroskopische Modelle:

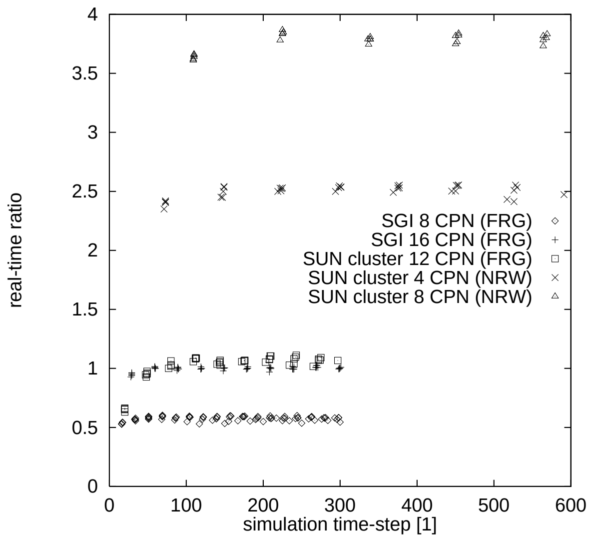
- Zellularer Automat (Nagel/Schreckenberg 1994, → Gruppe Stauffer)
- Warteschlangenmodell (→ FVU, ZPR)

Implementation auf Höchstleistungsrechnern:

- verteilter Speicher mit dynamischem Load-Balancing (→ Speckenmeyer)
- gemeinsamer Speicher auf Mehrprozessor-Server (→ ZPR, FVU)

Simulationsmodell- und Auflösung





- Geometrische Dekomposition auf verteiltem Speicher
- Austausch der Boundaries über PVM (Message Passing)
- Dynamisches Load-Balancing mit einem lokalen Diffusionsverfahren ($LDLM_S$)
- 75,000 Spurkilometer (Autobahnnetz der BRD)
- 1,000,000 Fahrzeuge in Echtzeit auf SGI-Power-Challenger

CA Regelsatz

Einspurig

- Beschleunigung: **IF** $v(i) \neq v_d(i)$ **THEN** $v(i) := v(i) + 1$
- Hindernisse: **IF** $v(i) > gap(i)$ **THEN** $v(i) := gap(i)$
- Rauschen: **IF** $v(i) > 0$ **AND** $rand < p_d(i)$ **THEN** $v(i) := v(i) - 1$

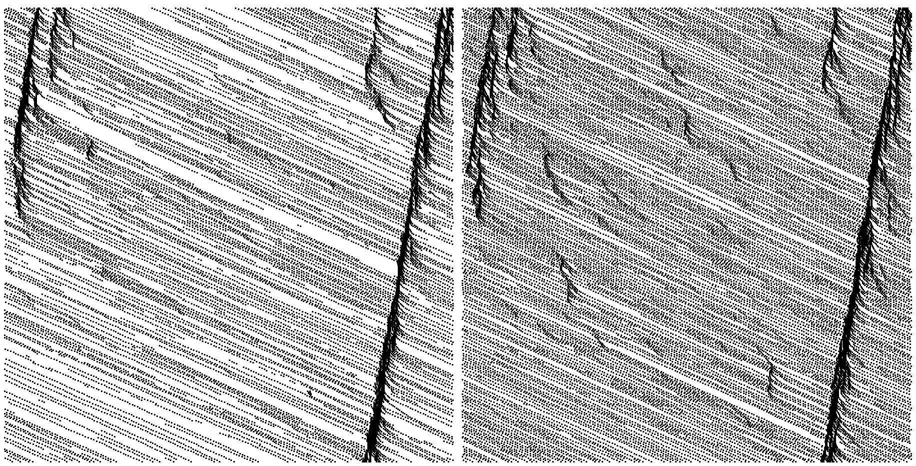
Wechsel auf andere Spur, **IF**

- Spur belegt: $gap(i) < l$ **AND** (T1)
- Andere Spur frei: $gap_o(i) > l_0$ **AND**
- Rückspiegel frei: $gap_{o,back}(i) > l_{o,back}$ **AND**
- Rauschen: $rand < p_{change}$ (T4)

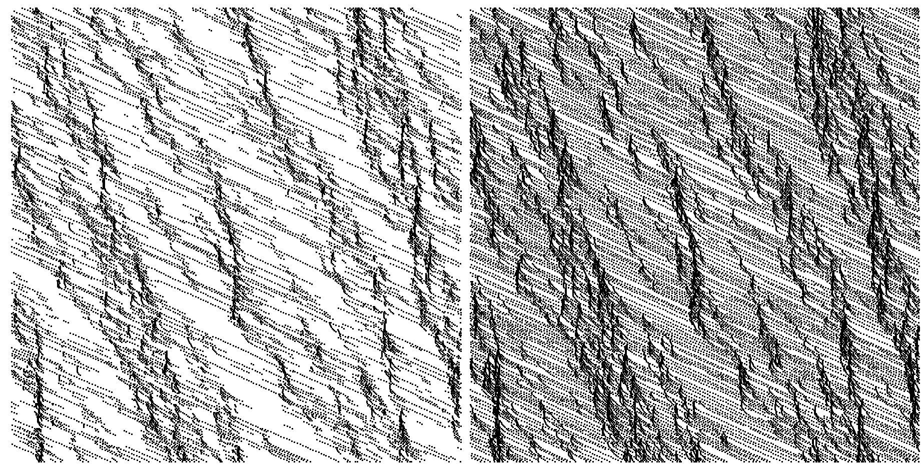
wobei $v(i)$ Geschwindigkeit, $p_d(i)$ Trödelwahrscheinlichkeit, $gap_{(o)}(i)$ Abstand zum Vordermann (auf anderer Spur), $gap_{o,back}(i)$ Abstand zum Hintermann auf anderer Spur, v_d Wunschgeschwindigkeit

CA-Parameter

Der Parameter $l_{o,back}$ beeinflußt die Trajektorien im asymmetrischen Fall (T1 nur für $R \to L$) sehr stark. Für $l_{o,back} = 0$ verschwinden die charakteristischen Stauwellen vollständig (jeweils linke und rechte Spur):



$l_{o,back} = 5$

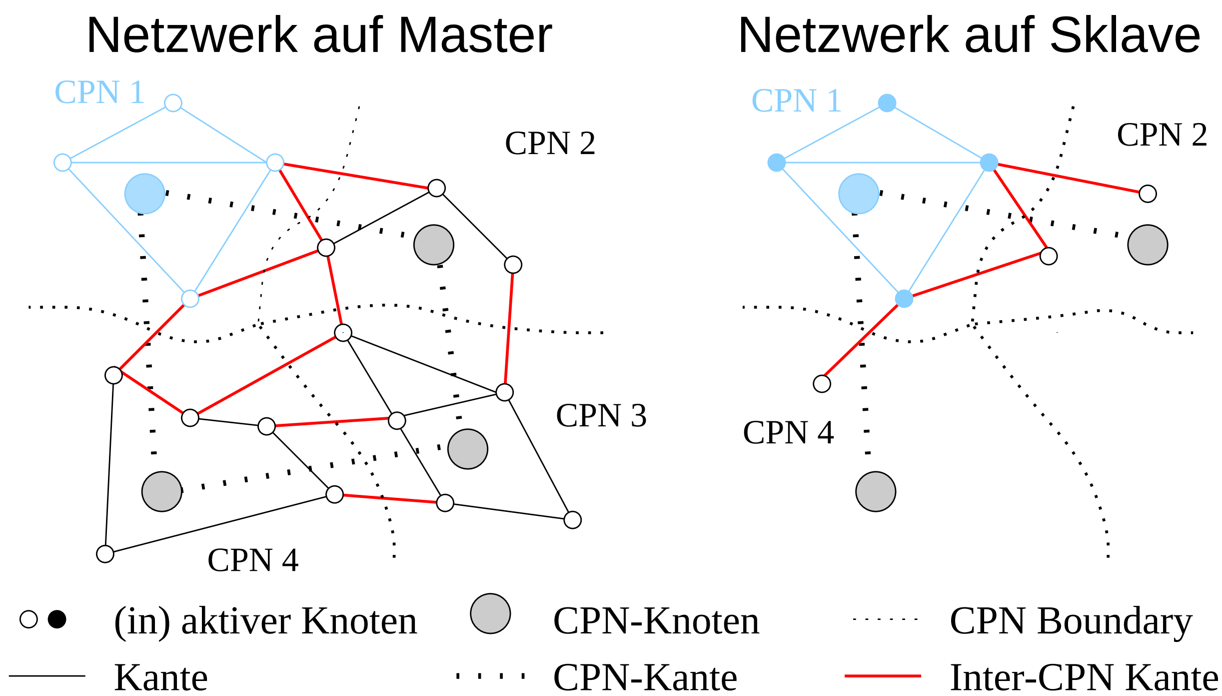


$l_{o,back} = 0$

Durch Rauschen $p_{change} < 1$ in Regel (T4) kann außerdem das Artefakt der *Ping-Pong*-Spurwechsel (unvollendete Überholvorgänge) unterdrückt werden, die im asymmetrischen Fall auftreten.

Geometrische Dekomposition

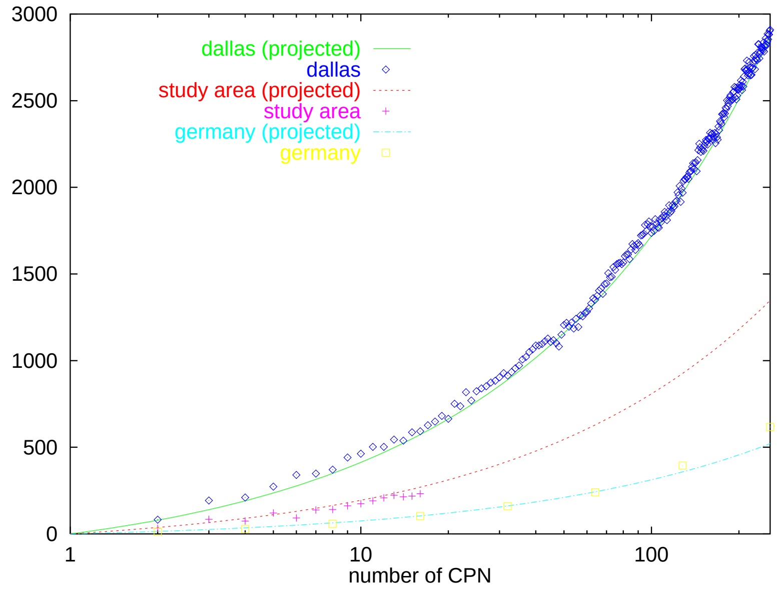
Der parallelen Implementation liegt die geometrische Dekomposition zugrunde. Zu Beginn wird das Gebiet mithilfe einer rekursiven Bisektion zerlegt. Anschließend setzt das dynamische Load-Balancing ein.

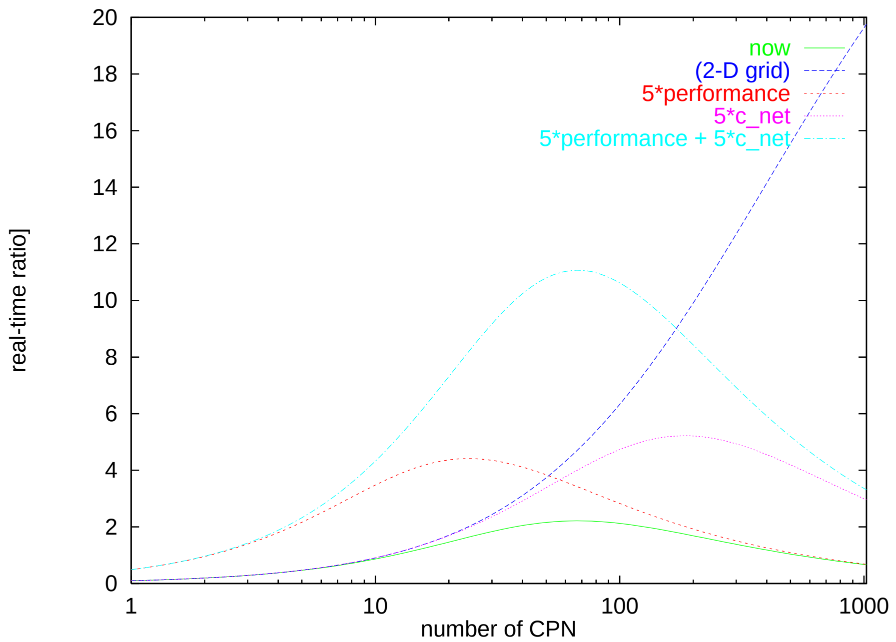


Während dieses Vorgangs verändert sich mitunter der Kommunikationsgraph aus CPN-Knoten und -Kanten. Der Algorithmus PLB von Herrn Meisgen (Gruppe Speckenmeyer) soll dementsprechend erweitert werden.

Parallele Effizienz

Die maximale parallele Effizienz läßt sich wegen der einfachen geometrischen Struktur des Straßennetzes gut abschätzen. Das linke Diagramm zeigt die Anzahl der Boundaries in Abhängigkeit der Anzahl der Rechenknoten. Das rechte Diagramm zeigt den daraus extrapolierten maximalen Echtzeitfaktor für verschiedene potentielle Verbesserungen der Hardware.





Eingliederung in andere Forschungsbereiche

- In Vorbereitung: Lastausgleich durch Precomputation-based Load-Balancing über den aktuellen Kommunikationsgraphen der geometrischen Dekomposition ($\rightarrow$ Gruppe Speckenmeyer)
- Online-Routing auf Rechern mit verteiltem Speicher in Analogie zu verteiltem Verkehrsleitzentrum ($\rightarrow$ OR am ZPR)
- Untersuchung der Fehlertoleranz bei Ausfall von Rechenknoten
- Validierung und Weiterentwicklung des mikroskopischen Verkehrsmodells ($\rightarrow$ ZPR)
- Emissionen für Chemietransportmodelle in meteorologischer Simulation der Atmosphäre ($\rightarrow$ Gruppe Ebel)
- Visualisierung von Stadtlandschaften in Virtual Reality