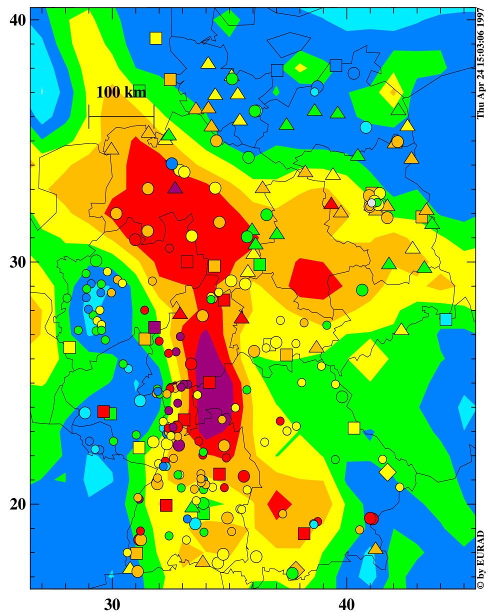
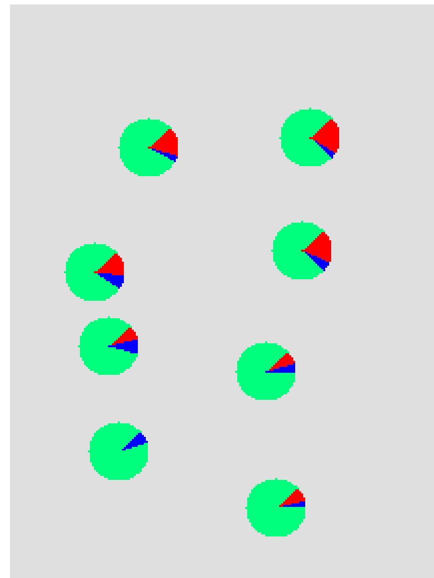
Gruppen Ebel - Speckenmeyer - Schrader

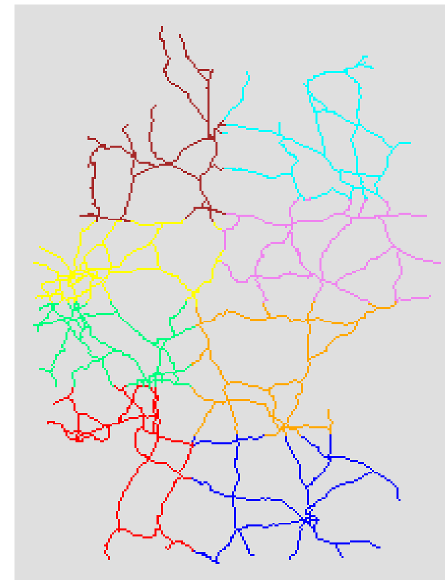
Applikationen auf Parallelrechnern



Geophysik (GP)

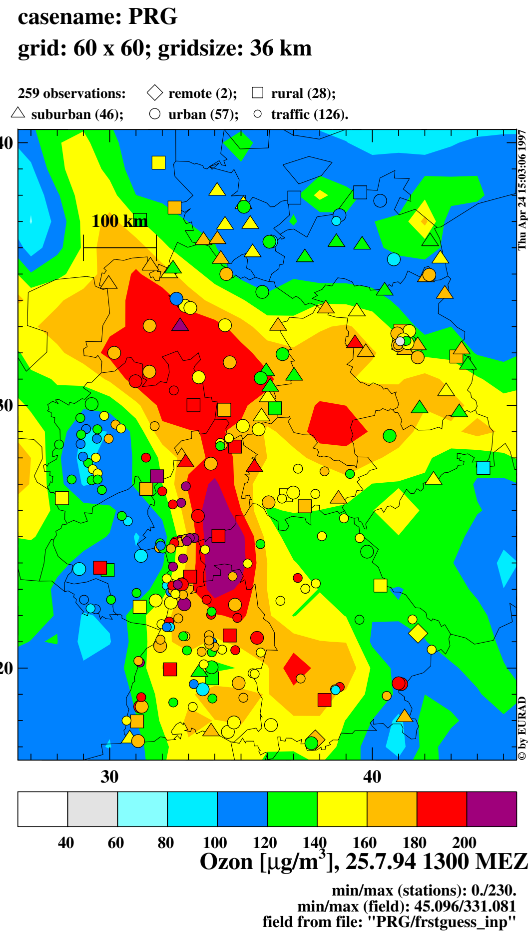


Informatik (IN3)



Verkehr (IN2)

Sommersmog (GP)



Ausschnitt aus einer Sommersmog-Simulation von Europa und Vergleich mit Bodenmessungen.

Ein Teil der Unterschiede zwischen Modell und Simulation ist durch die unzureichende Gitterauflösung bzw. Repräsentanz der Meßstation bedingt.

Schematischer Ablauf des Simulation (GP)

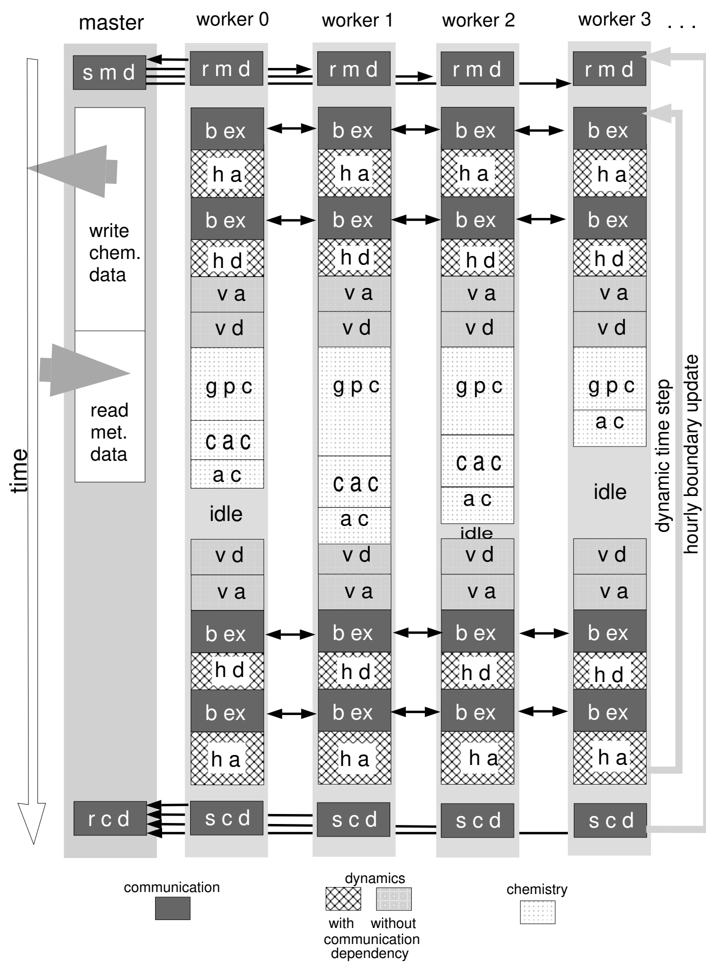
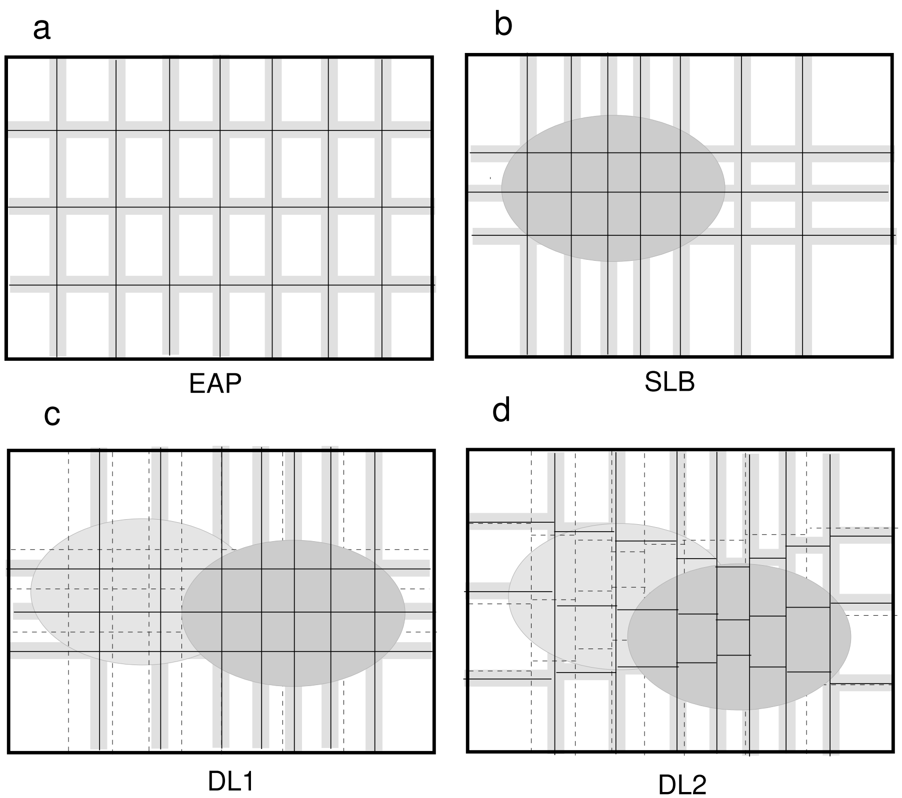


Fig. 2

Lastimbalanzen durch:

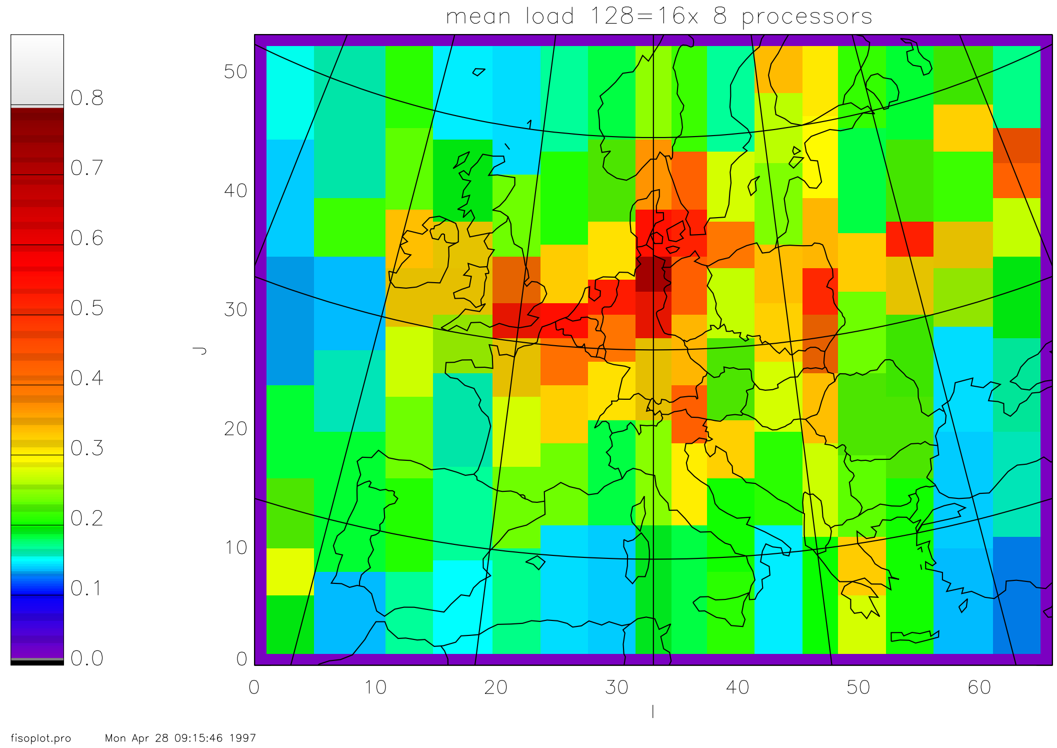
- unterschiedlichen Rechenbedarf des meteorologischen und Chemie-Transport-Modells, und
- Inhomogenitäten des betrachteten Gebietes

Load-Balancing (GP)



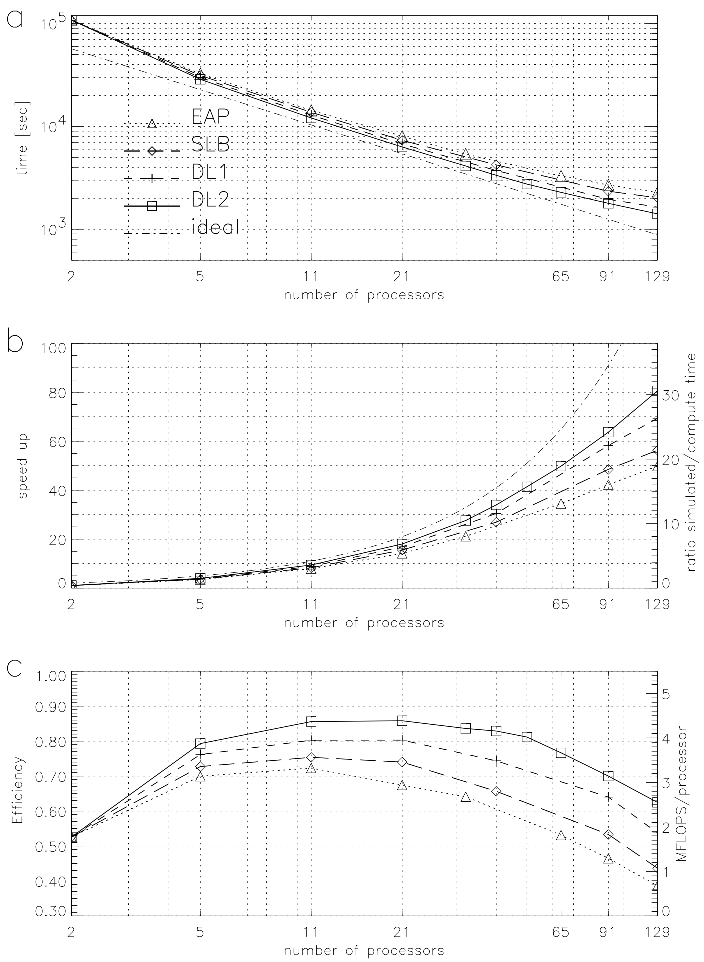
- Statisch: Equal–Area Partition (EAP)
- Statisch: Common Boundary Lines (SLB)
- Dynamisch: Common Boundary Lines mit zweifacher 1-D-Anpassung (DL1)
- Dynamisch: Getrennte Anpassung für Nord-Süd- bzw. Ost-West-Richtung (DL2)

Geometrische Dekomposition (GP)



Beispiel für eine Zerlegung nach DL2 für ein Gitter von $16 \times 8 = 128$ Prozessoren. Die Färbung gibt die relative Auslastung der Prozessoren an.

Parallele Effizienz (GP)



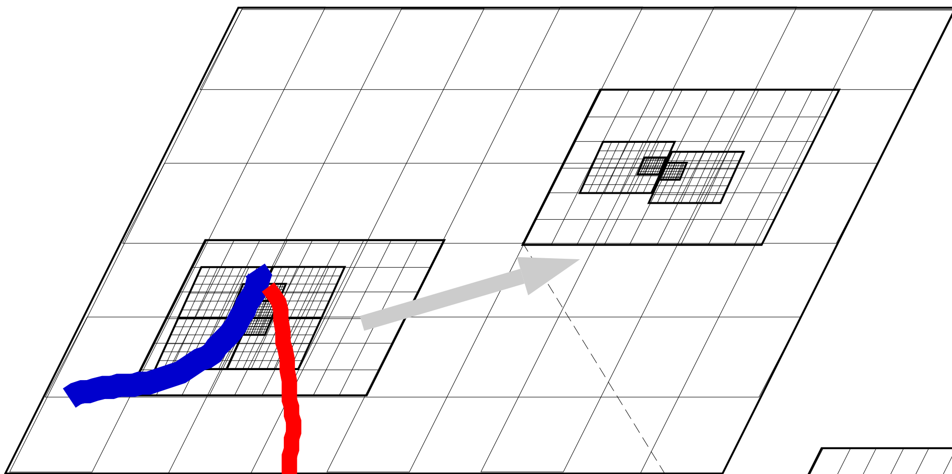
a) Laufzeit für 12 [h] Simulation

b) Speed–Up (links) und Echtzeit-faktor (rechts)

c) Effizienz (links) und MFLOP pro CPU (rechts)

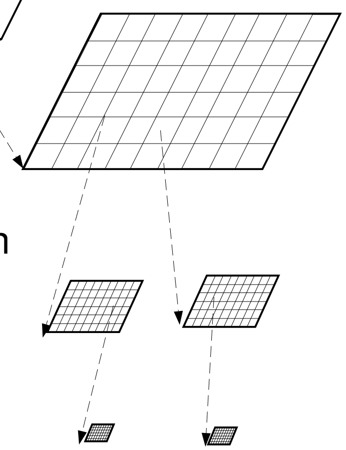
Nesten (GP)

Gitterbaumstruktur



alle Tochtergitter als Option;
-entstehen und aufheben,
-fest und beweglich,
-trennen und vereinigen in der Generation

feste Eigenschaften:
-Rechteckgitter,
-konstanter Verfeinerungsfaktor



Zielausbau der Gitterstruktur des Modellsystems (Nesten): Regelmäßige 3D Rechteckgitter mit zeitlich und räumlich variablen Verfeinerungen. Dadurch treten zusätzlich Lastimbalanzen auf. Untersuchte Pakete: UG, RSL (ANL), CLIC (GMD)

Verbesserung durch PLB?
($\rightarrow$ Speckenmeyer)

Precomputation-based Load Balancing

- **Taxonomie:** global information / local decision / local migration
- **Architektur:** Homogene dedizierte — Heterogene multi-user Netzwerke
- **Anwendung:** Kombinatorische Optimierung, Faktorisierung, Simulation
- **Bewertung:**

  \+ Gute Skalierbarkeit

  \+ Schneller Ausgleich großer Imbalancen

  \+ Einfache Schnittstelle (PLB Library, MPI Implementierung)

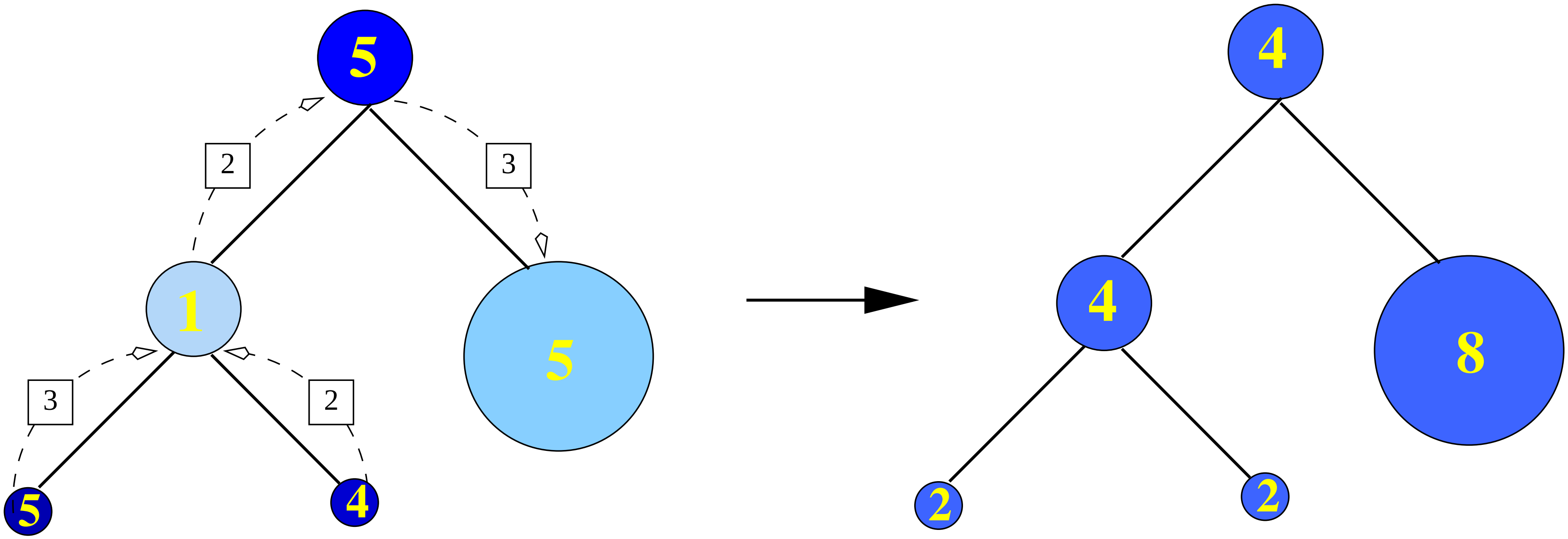
  \- Annahme der Gleichartigkeit und Teilbarkeit von Last

Precomputation-based Load Balancing

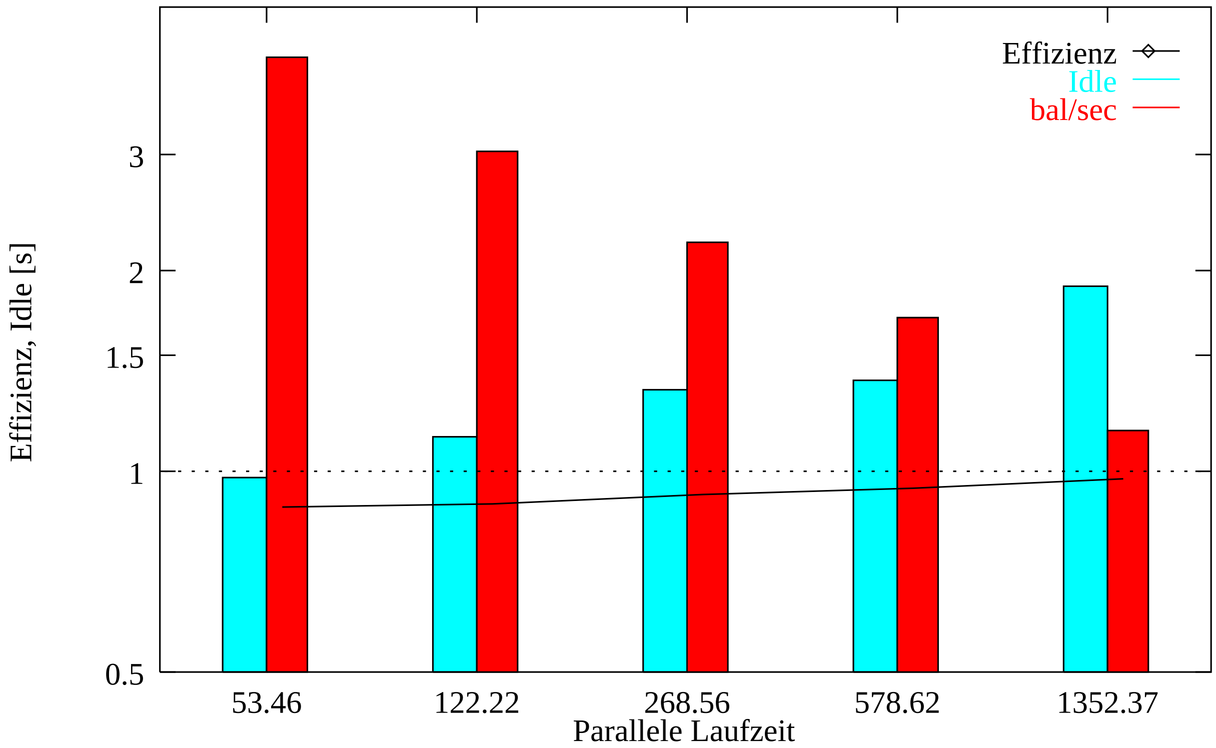
- Precomputation Phase:
  1. Informationsaggregierung: Partialsummenbildung von den Blättern zur Wurzel des Kommunikationsbaumes.
  2. Broadcast der durchschnittlichen Lastsumme und Prozessorleistung.
  3. Lokale Berechnung der Kantenlast.
- Balancing Phase:
  Lokaler Lasttransfer, u.U. in mehreren Runden. Erwartete Anzahl der Runden ist proportional zur erwarteten Lastmenge, die über eine Kante fließt.

Precomputation-based Load Balancing

Lastausgleich durch PLB in heterogenen Netzwerken:



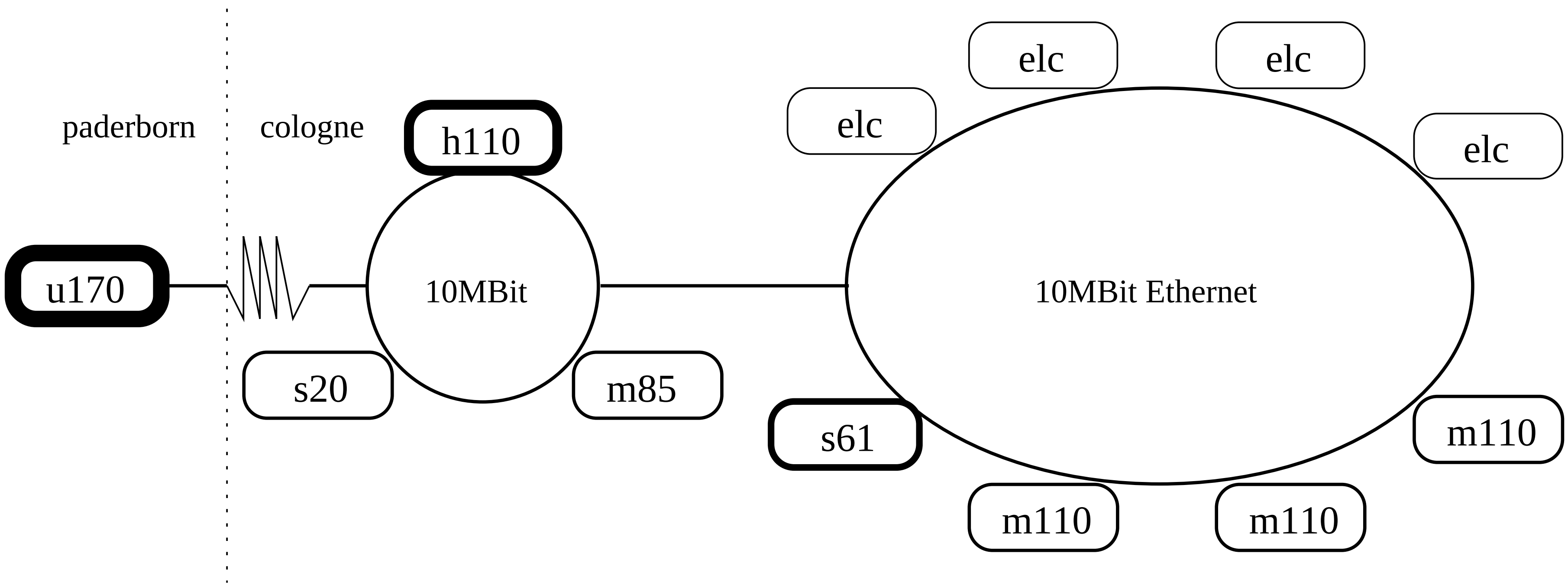
Precomputation-based Load Balancing



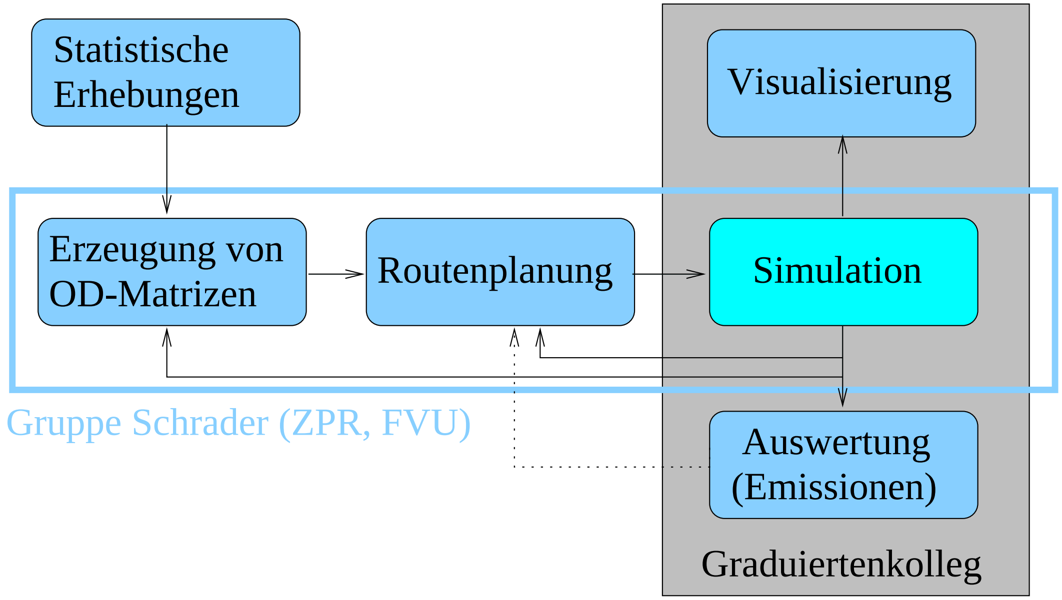
Resultate für ein heterogenes WAN mit 12 Prozessoren. Testproblem: SAT mit unerfüllbaren Formeln von 350-450 Variablen (Verhältnis Klauseln : Variablen = 5:1).

Precomputation-based Load Balancing

Netztopologie und Rechnerarchitektur des SAT - Tests:



Verkehrssimulation (IN2)



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

Modellimplementationen (IN2)

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

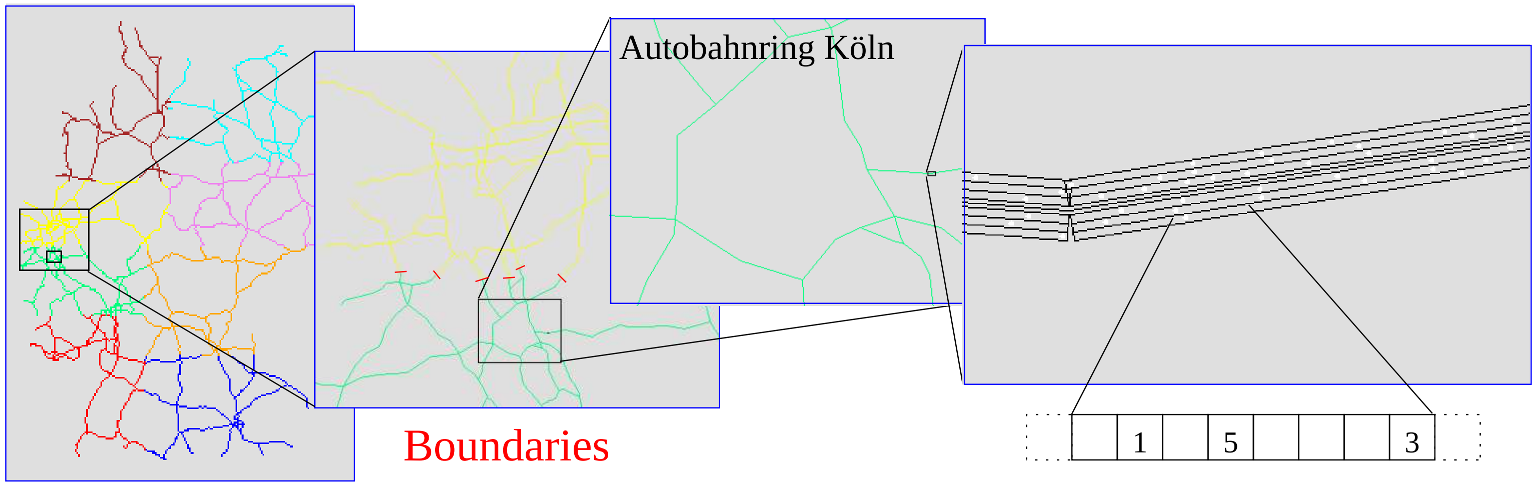
Schnelle mikroskopische Modelle:

- Zellularer Automat
  (Nagel/Schreckenberg 1992, → Gruppe Stauferr)
- Wartenschlangenmodell (FVU, ZPR, 1996)

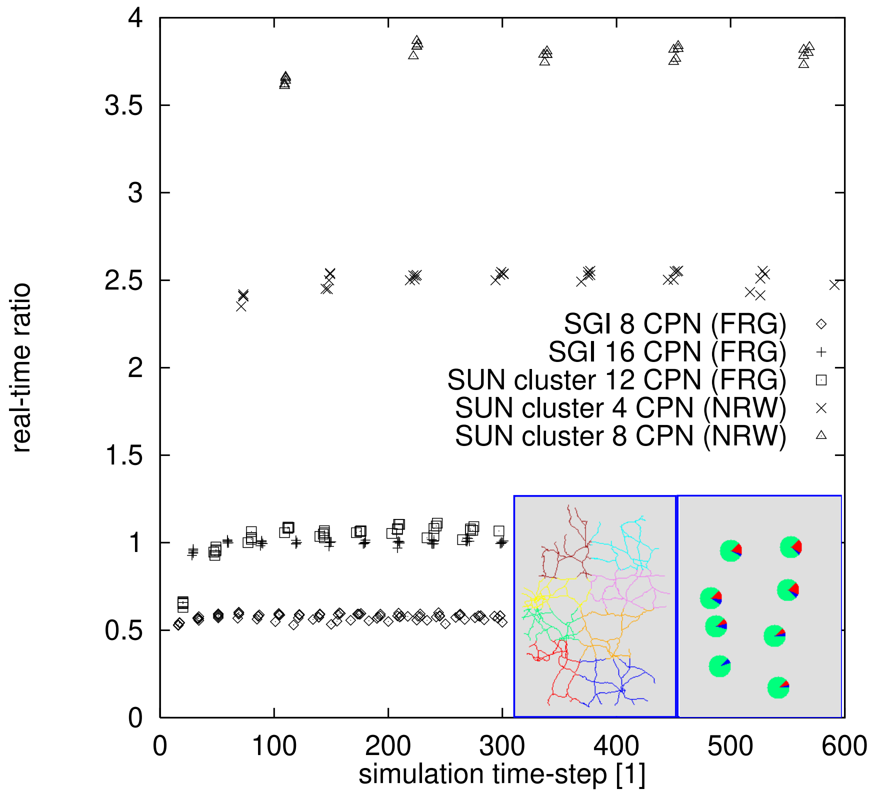
Implementation auf Höchstleistungsrechnern:

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

Simulationsmodell- und Auflösung (IN2)

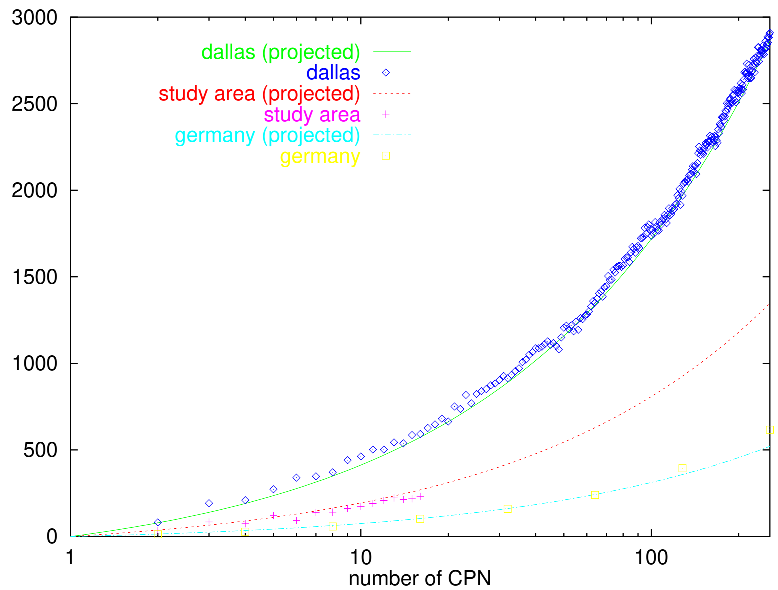


Simulationsgeschwindigkeit (IN2)

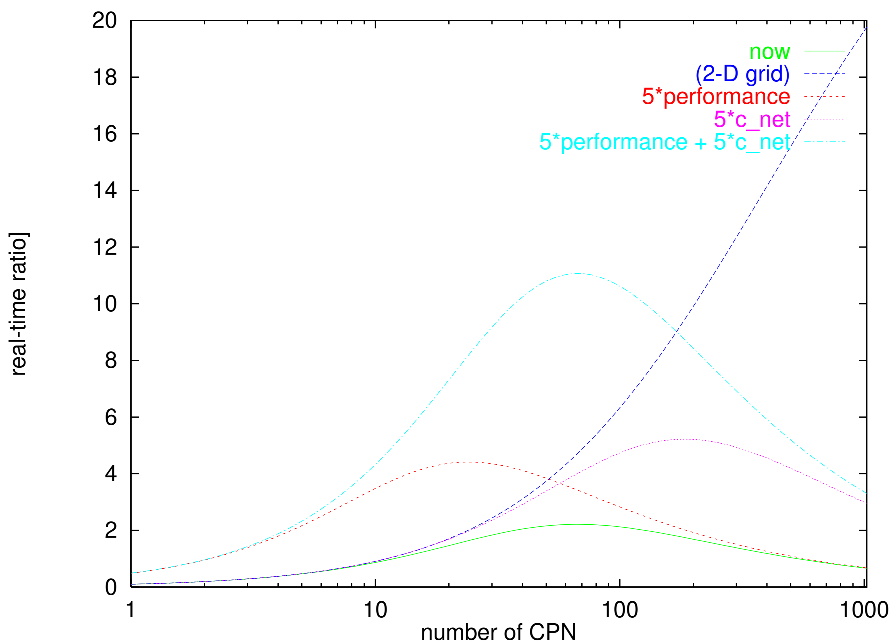


- Zellularer Automat (CA)
- Geometrische Dekomposition auf verteiltem Speicher
- Austausch der Boundaries über PVM (Message-Passing)
- dynamischer Lastausgleich mit einem lokalen Diffusionsverfahren (LDLM)
- 1.000.000 Fahrzeuge in Echtzeit auf SGI-Power-Challenger (16 CPUs)

Parallele Effizienz (IN2)



Abschätzung der Boundaries



Verbesserte Hardware

Eingliederung in andere Forschungsbereiche (IN2)

- 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)
- Emmissionen für Chemietransportmodelle in meteorologische Simulation der Atmosphäre ($\rightarrow$ Gruppe Ebel)
- Visualisierung von Stadtlandschaften in Virtual Reality