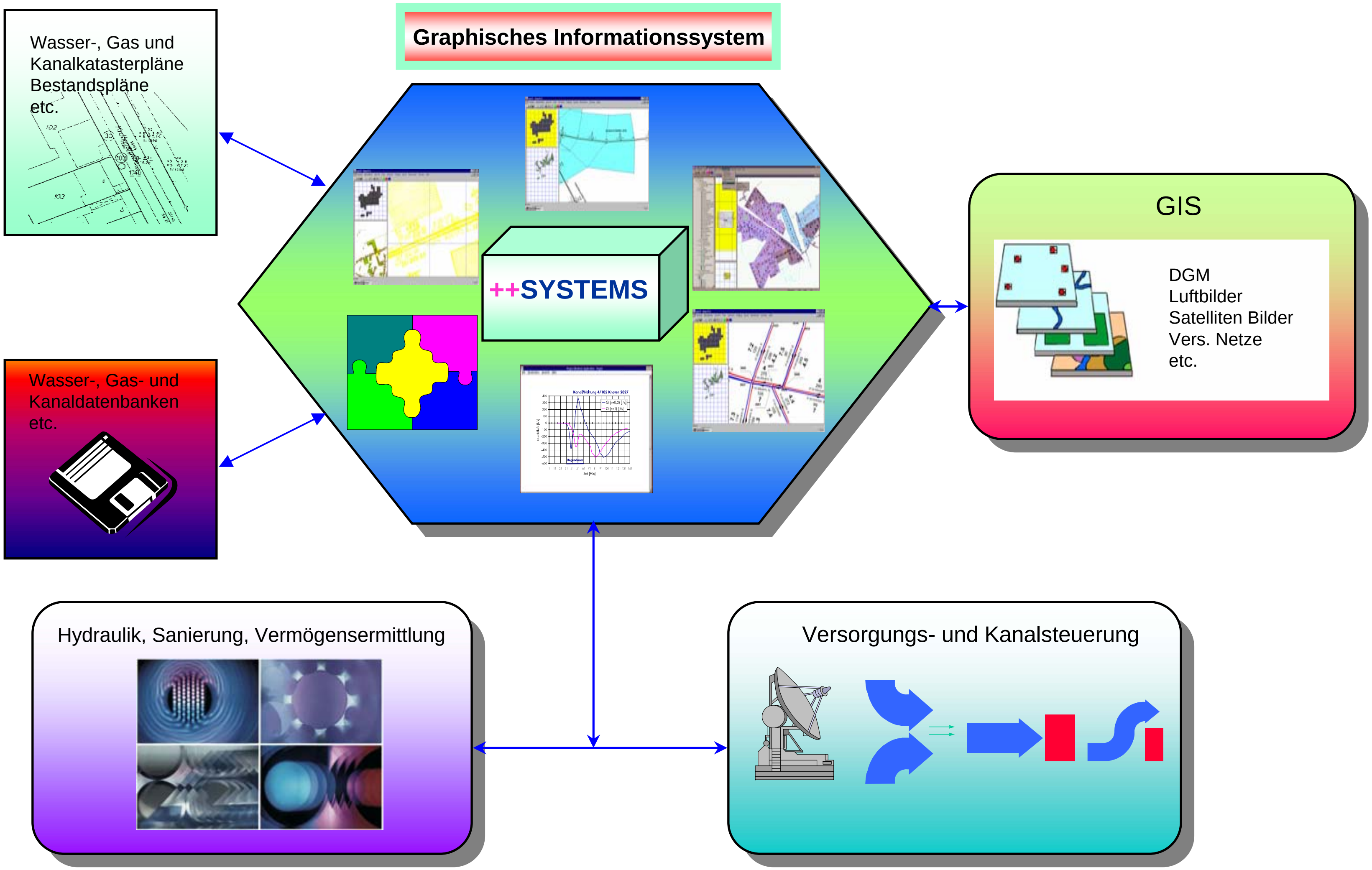
tandler.com
it im dienste der umwelt

Parallelisierung und verteiltes Rechnen – Chancen für die Langzeitsimulation

Gerald Angermair
Firma: tandler.com GmbH

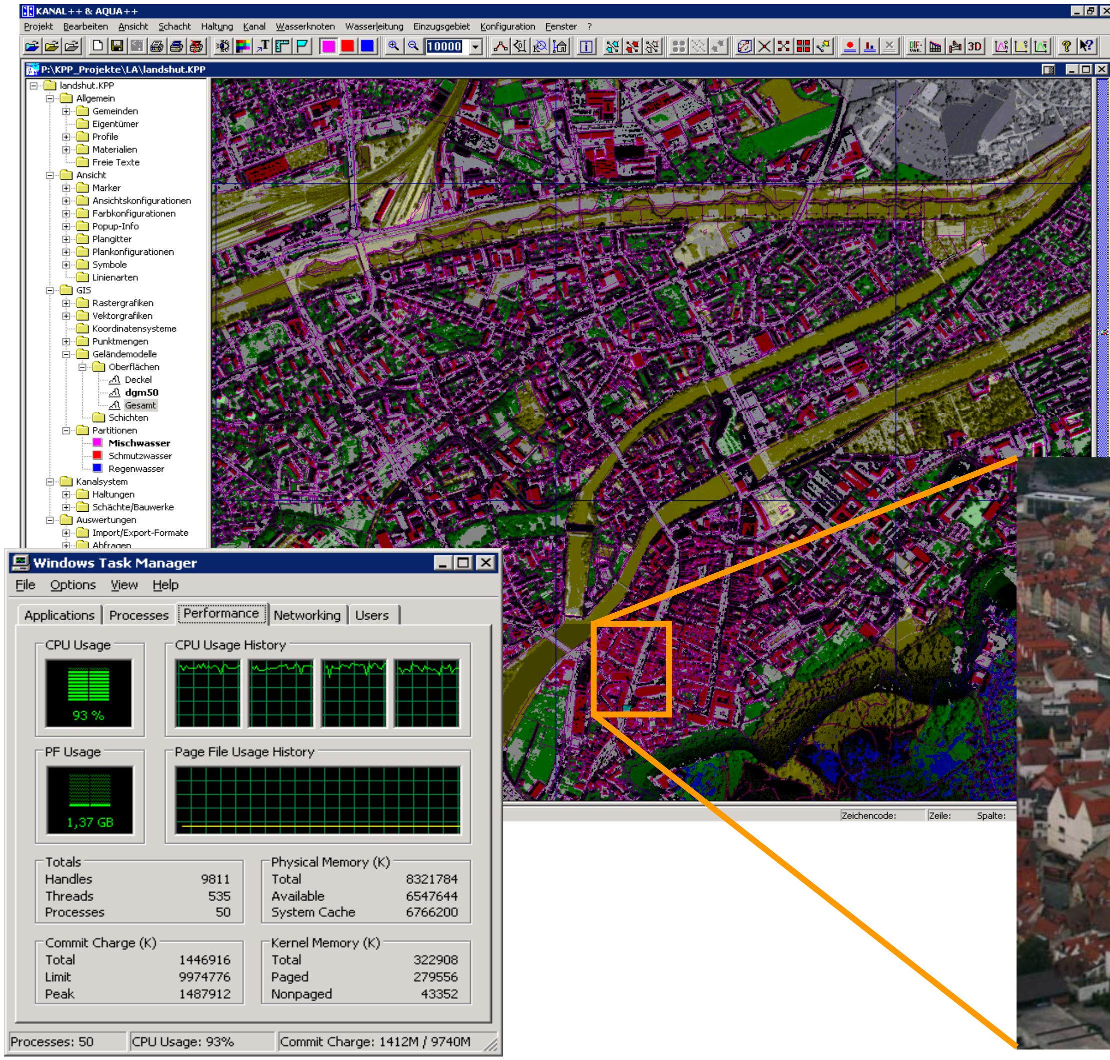
Forschung im Dienste der Umwelt

tandler.com
it im dienste der umwelt



Dimensionen

tandler•com
it im dienste der umwelt



Stadt Landshut

Einwohner:	60.000
Kanallänge:	335 km
Gesamtfläche:	2052 ha
Flächenzahl:	95.000
Berechungsdauer:	7 Tage

Warum Langzeitsimulation ?

tandler•com
it im dienste der umwelt

- nachhaltige Sicherung der Funktionalität und der ökologischen Verträglichkeit eines Ver- und Entsorgungsnetzes
- exakte Bewertung des Ver- und Entsorgungsnetzes
- detaillierte Modellierung in Raum und Zeit
- gefordert durch deutsche und europäische Normen und Richtlinien
- statistische Aussagen
- Aussagen zu jährlichen Häufigkeiten, Mengen, Belastungen und deren Zeiträume

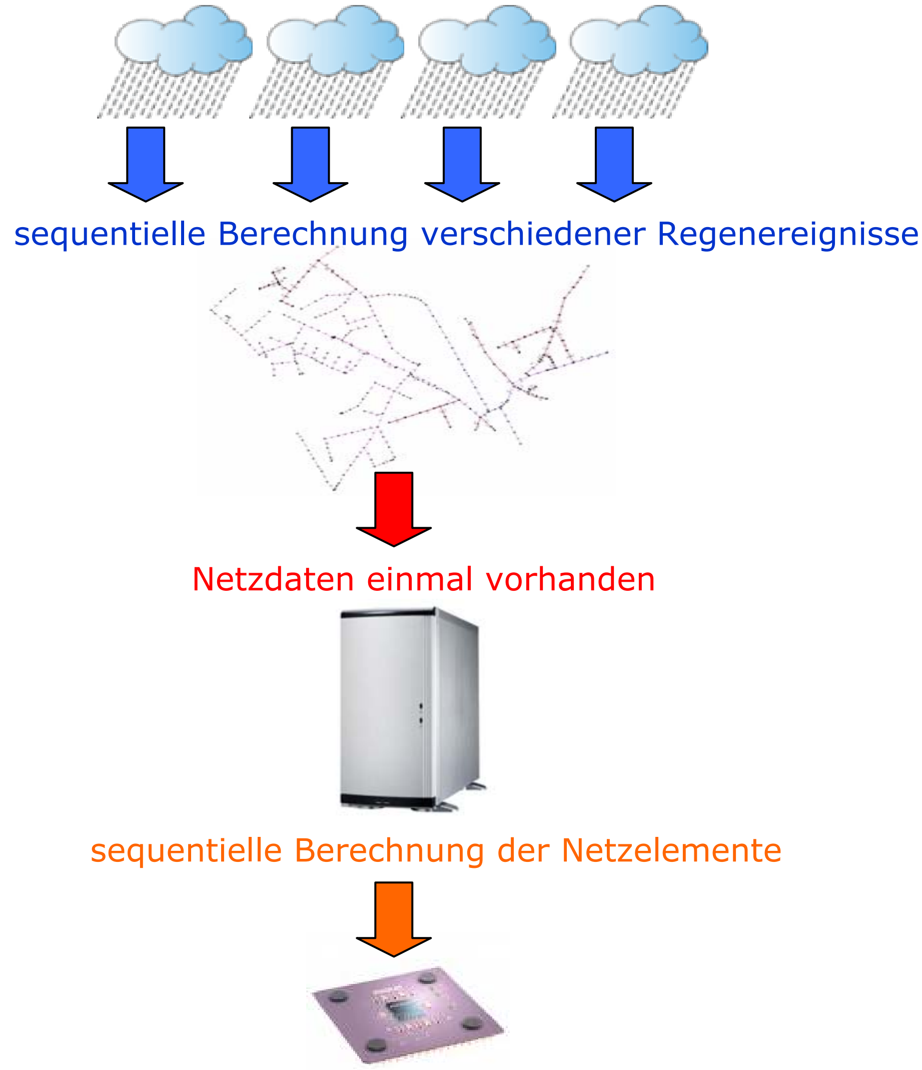
Varianten der Kontinuumssimulation

tandler•com
it im dienste der umwelt

- **Kontinuumssimulation möglichst vieler Messjahre**
  große Stichprobe aller relevanten Ereignisse (Hauptsatz der mathematischen Statistik)
- **Seriensimulation**
  entfernen „nicht relevanter" Ereignisse
  Risiko: relevantes Ereignis wird weggelassen
  Folge: Rechnung auf unsicherer Seite
- **Charakteristisches Messjahr (Bayern)**
  Nicht geeignet für viele der geforderten Nachweise (z.B. Überstaunachweis)
- **Ziel:**
  Entwicklung erwartungstreuer einfacher Verfahren
  (z.B. ND-Charakteristik)
  Beschleunigung der Berechnungszeiten
  (z.B. komplexes Parallelschrittverfahren / ++SYSTEMS-DYNA)

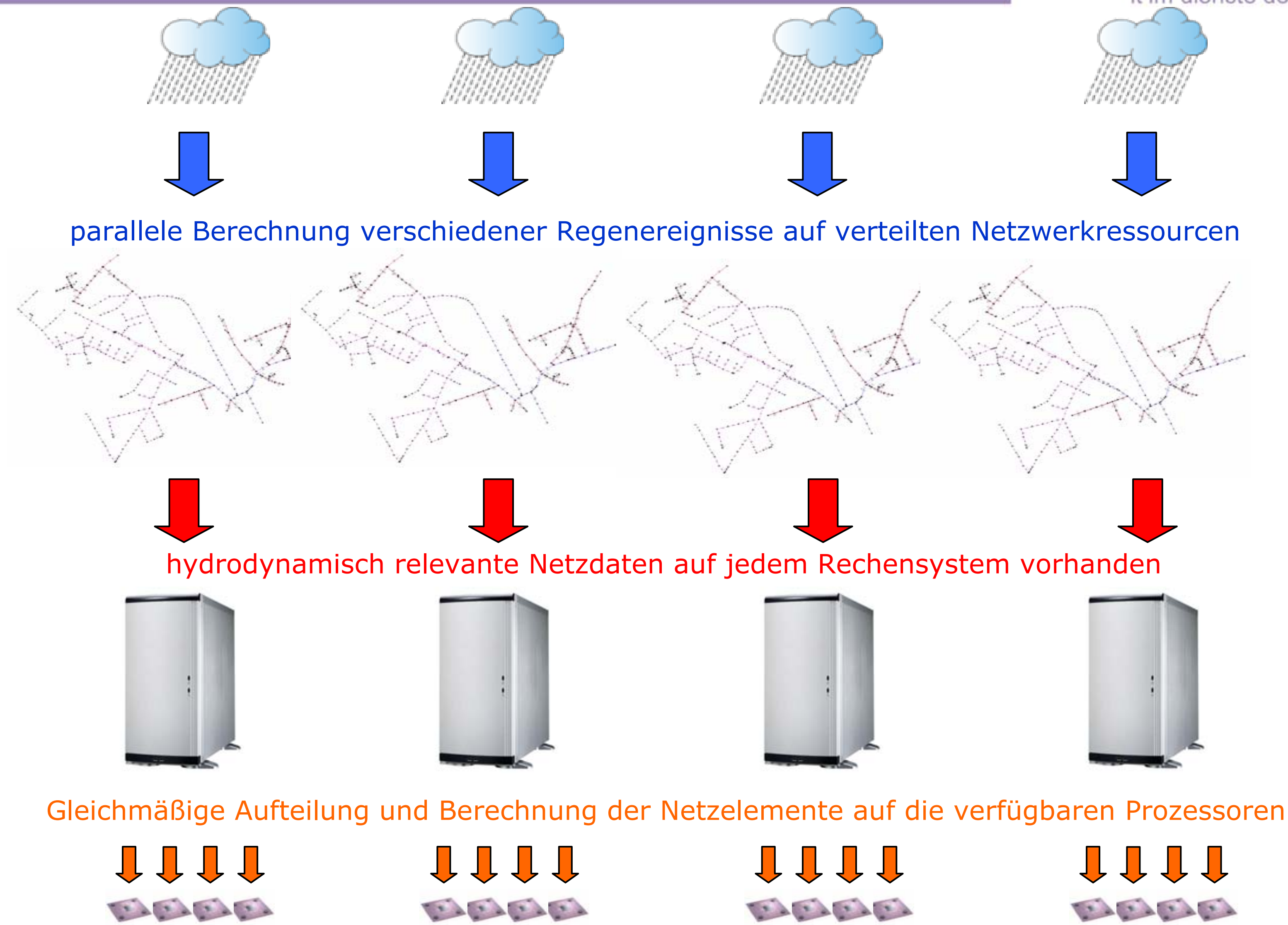
Sequentielle Berechnung

- Berechnen von Regenserien
- Saint-Venantsche Differentialgleichung



Parallele Berechnung

tandler•com
it im dienste der umwelt



Anforderung an paralleles Verfahren

tandler•com
it im dienste der umwelt

- Invarianz gegen Vertauschung Anfangs- und Endknotenelement eines Streckenelement
- Invarianz gegen beliebige Permutation aller Streckenelemente bzgl. der Lösungsreihenfolge der Saint-Venantschen Differentialgleichung
- Invarianz gegen Permutation der Berechnung bei Knotenelementen (Randbedingungen)
- Skalierbarkeit
- Kalkulierbare Lastverteilung durch einfachen Algorithmus

Berechnungsverfahren CPM

tandler•com
it im dienste der umwelt

- CPM: Complexe Parallelstep Method, entwickelt von Dipl. Math. Reinhard Tandler
- vollständige instationäre, ungleichförmige, diskontinuierliche Bewegungs- und Kontinuitätsgleichung
- direkte, durchgängige Lösung durch das Zulassen von komplexen Koeffizienten
- Imaginärteil der Lösung als Schwingungsindikator (dynamische Berechnung des folgenden Zeitschritts)
- Quadratische Bewegungsgleichung:

$$f_u^o(v) := a_u^o \cdot v^2 + b_u^o \cdot v + c_u^o = 0$$

- Symmetrie der Lösung

$$a_u^o = sign(v') \frac{\lambda(v')}{8 \cdot g \cdot R} = -a_o^u$$

$$b_u^o = \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{1}{\Delta t} + \frac{g}{A}\right) = b_o^u$$

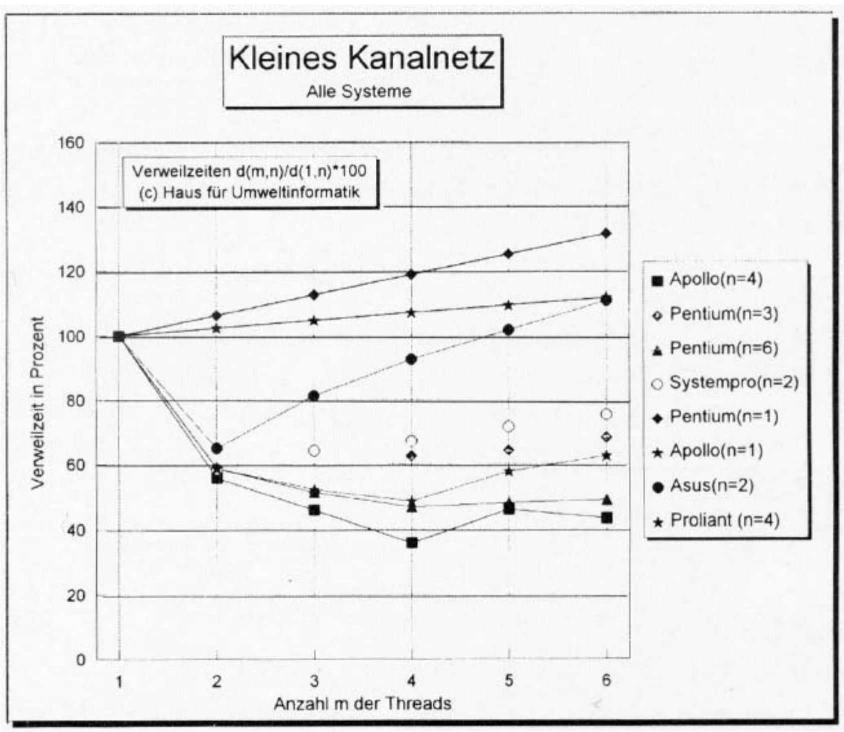
$$\varsigma := \sqrt{(1-\zeta)}$$

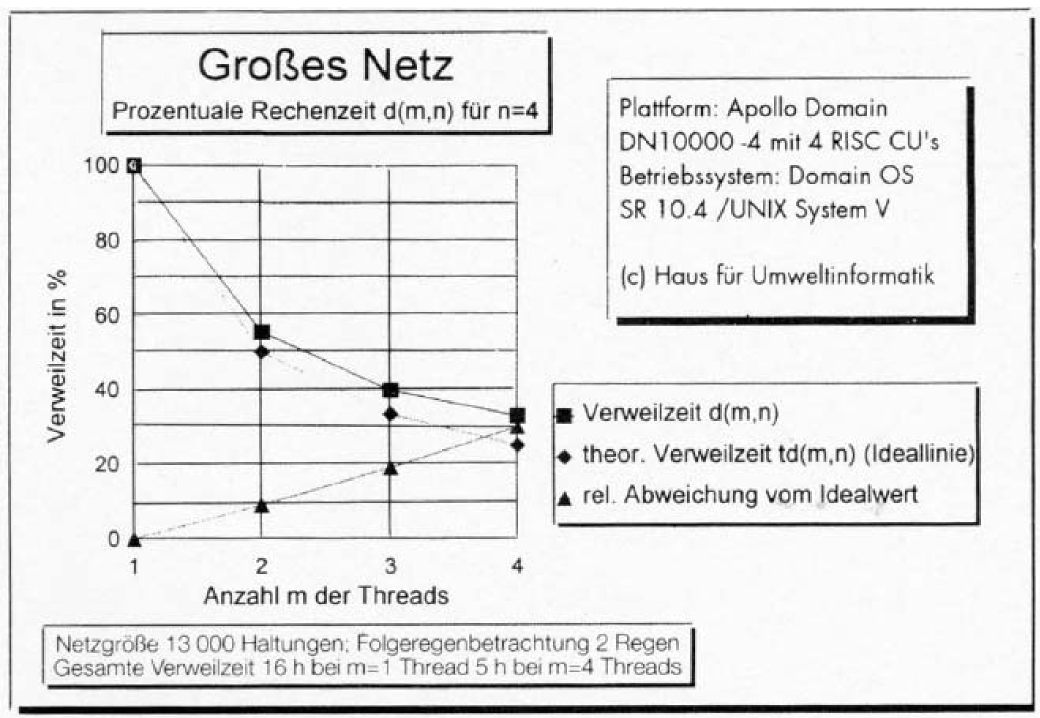
$$c_u^o = -\frac{\varsigma_o \cdot \varsigma_u \cdot v'}{g \cdot \Delta t} - \frac{v_o^2 - v_u^2}{2 g \cdot \Delta x} - \frac{h_u \cdot h_o}{\Delta x} = -c_o^u$$

Lastverteilung

- absolute Verweilzeit d(m,n), mit m Anzahl Prozessoren und n Anzahl Threads
- Overhead bei Threadanwendung: oh(m) := d(m,1) - d(1,1)
- Theoretisch relative Verweilzeit: td(m,n)

$$td(m,n) := \frac{d(m,n) - oh(m)}{d(1,1)} = \frac{\left[\frac{m-1}{n}\right]+1}{m}$$





Aktuelle Forschung

- GeoCPM: Modellierung des Oberflächenabflusses mit Komplexem Parallelschrittverfahren

- Steuerstrategien für passive und elektronisch steuerbare Komponenten zur Reduzierung der Verschmutzung der Gewässer