



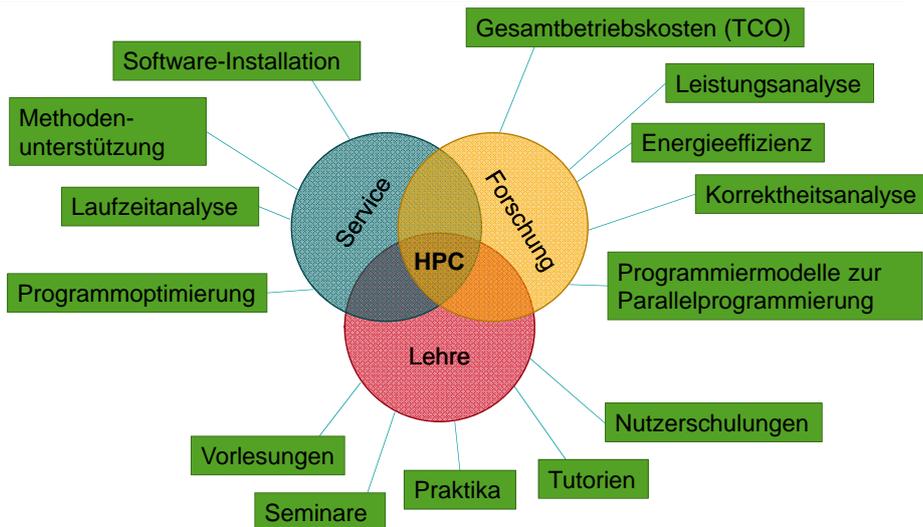
Hochleistungsrechnen am IT Center

Service motiviert die Forschung, Forschung belebt den Service

Dirk Schmidl



Die Gruppe Hochleistungsrechnen (HPC)



Service motiviert die Forschung, ...



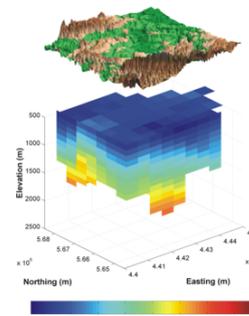
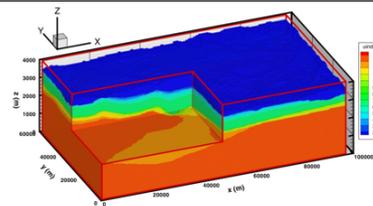
Shemat-Suite Threadplatzierung

Simulator of **HE**at and **MA**ss Transport¹

- Simulation von stationären und transienten Prozessen in geothermischen Reservoiren
- Simuliert Grundwasserströmungen, Wärmetransport, Stofftransport, chemische Prozesse
- Parameterschätzungen von Gesteinseigenschaften über Automatisches Differenzieren (AD)

Parallelisierung mit OpenMP auf zwei Ebenen:

1. Ebene: Unabhängige Berechnung von Richtungsableitungen
2. Ebene: Schleifen-Parallelisierung des Löasers



¹entwickelt am ERC-GGE <https://www.gge.eonerc.rwth-aachen.de/cms/~dngp/E-ON-ERC-GGE/>



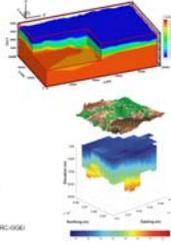
Shemat-Suite Threadplatzierung

Simulator of HEat and MAss Transport¹

- Simulation von stationären und transienten Prozessen in geothermischen Reservoiren
- Simuliert Grundwasserströmungen, Wärmetransport, Stofftransport, chemische Prozesse
- Parameterschätzungen von Gesteinsigenschaften über Automatisches Differenzieren (AD)

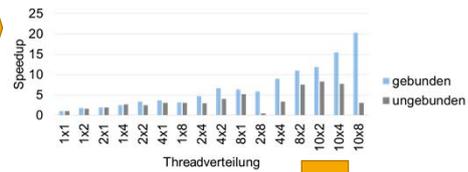
- Parallelisierung mit OpenMP auf zwei Ebenen:
- 1. Ebene: Unabhängige Berechnung von Richtungsableitungen
 - 2. Ebene: Schleifen-Parallelisierung des Löser

Verbreitet an ERC-GOE <https://www.goe.uni-wuerzburg.de/ercc/goe/>



Nutzerunterstützung bei der Parallelisierung:

- Optimierung der Threadverteilung für geschachtelte parallele Regionen
- Manuelle Implementierung über Mappingtabelle



Standardisierung:

- Hardware- und Herstellerunabhängige Maschinenbeschreibung über „Places“
- Formale Beschreibung des Platzierungsalgorithmus
- Integration in OpenMP Version 4.0

1. Eichenberger, Terboven, Wong, an Mey; *The design of OpenMP thread affinity*; IWOMP2014
2. OpenMP ARB; *OpenMP Application Programming Interface Version 4.0*

Weiterentwicklung:

- Universell einsetzbarer Ansatz zur Threadplatzierung
- Abstraktion von Mappingtabellen zu automatisch generierten Maschinenbeschreibungen

1. Schmidl, Terboven, an Mey, Bucker; *Binding Nested OpenMP Programs on Hierarchical Memory Architectures*; IWOMP 2010
2. Schmidl, Terboven, Wolf, an Mey, Bischof; *How to Scale Nested OpenMP Applications on the Scalmp vSMP Architecture*. IEEE Cluster 2010

34

2. Infotag des IT Centers | 20. Januar 2016 | Dienstgebäude Kopernikusstraße 6



... Forschung belebt den Service.



Forschungsergebnisse im Einsatz

Forschung	Service
<ul style="list-style-type: none"> - Platzierung von Threads und Prozessen im OpenMP Kontext - Auswirkungen von Maschinen-Topologien 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatische Skripte zum Thread und Prozess Binding im Batchsystem
<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von MUST zur Korrektheitsanalyse paralleler Programme - Drittmittelprojekte (ELP, TriLabs, MYX) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung von MUST auf dem Cluster - Nutzerunterstützung beim Verwenden
<ul style="list-style-type: none"> - Mitentwickeln am Performance-Messsystem Score-P - Drittmittelprojekte (VI-HPS, SILC, LMAC, Score-E) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bereitstellung von Performance-Analyse-Werkzeugen auf dem Cluster - Nutzerunterstützung bei der Performance-Analyse
<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung der Nutzbarkeit und Weiterentwicklung von OpenMP 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung bei der Parallelisierung mit OpenMP - OpenMP Schulungen
<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung der Produktivität verschiedener Programmierparadigmen mit Hilfe eines TCO Modells 	<ul style="list-style-type: none"> - Empfehlungen zur Wahl eines Paradigmas bei der Parallelisierung - Kosteneffiziente Auslegung des HPC-Systems

36

2. Infotag des IT Centers | 20. Januar 2016 | Dienstgebäude Kopernikusstraße 6



Leistungsoptimierung und Produktivität

- Einflussfaktoren im Bereich des Hochleistungsrechnens
 - Hardware (Skalierbarkeit, Multi-/Manycore Architekturen, ...)
 - Programmiermodelle (MPI, OpenMP, CUDA, PGAS, ...)
 - Werkzeuge zur Performanceoptimierung (Vampir, Scalasca, Paraver, ...)
 - ...
- Leistungsanalyse und -optimierung im HPC Bereich erfordert Expertenwissen über alle diese Faktoren.
- Größere HPC-Zentren (Tier-1 und Tier-2) bieten deshalb Methodenunterstützung für ihre Nutzer.

Frage: „Lässt sich das Vorgehen hierbei vereinheitlichen und das Methodenwissen allen Interessenten zur Verfügung stellen?“

37

2. Infotag des IT Centers | 20. Januar 2016 | Dienstgebäude Kopernikusstraße 6



Neues EU-Projekt POP

Performance Optimization and Productivity – Center of Excellence



Ziele in POP

- Angleichung der Vorgehensweise bei Performanceoptimierung
- Bereitstellung von Unterstützung bei der Performanceanalyse und -optimierung für Codeentwickler aus Industrie und Forschung

Angebote Services in POP:

- ? Application Performance Audit
- ! Application Performance Plan
- ✓ Proof-of-Concept

Interesse an POP Services?

- www.pop-coe.eu
- schmidl@itc.rwth-aachen.de

Das Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen des „Horizon 2020 research and innovation program“ gefördert unter der Förderkennziffer 676553.



Zusammenfassung

- Die HPC Gruppe ist Teil der Abteilung Computational Engineering Science
- Die HPC Gruppe verbindet die Aspekte Service, Forschung und Lehre.
- Lange Tradition in der Zusammenarbeit mit HPC Nutzern
- Wir versuchen, unseren Nutzern bestmöglich zu helfen, aber auch die Methoden im HPC in Forschungsprojekten weiterzuentwickeln, z.B. durch Arbeiten an OpenMP, Werkzeugen oder Optimierungsvorgehensweisen.
- Der Praxisbezug hilft uns, an „echten Problemen“ zu arbeiten.
- Lösungen zu diesen Problemen helfen uns, besseren Service zu bieten.