

Integrated Performance Analysis of Distributed Computer Systems

Benchmarks für verteilte Computer Systeme

Dr. Heinz Kredel, Universität Mannheim

ZKI AK Supercomputing
22./23. September 2005, Universität Karlsruhe

- IPACS Projekt
- Partner
- Benchmark Codes / Programme
- Benchmark Arbeitsumgebung
- Analysemöglichkeiten

- Ausgang bei TOP500
- Lösung eines linearen Gleichungssystems: $Ax = b$
- A ist eine $n \times n$ Matrix, Aufwand ist $O(n^3)$ FLOPS
- Fehler $|Ax - b| < \epsilon$
- eine Zahl R_{max} und die Problemgrösse N beschreiben alles
- es wird tatsächlich gemessen und nicht hochgerechnet
- ist für (praktisch) alle Architekturen implementiert
- skaliert seit mehr als 10 Jahren
- andere Benchmarks:
 - SPEC, TPC: Organisationen mit festen Prozeduren
 - nur akademisches Interesse, siehe NETLIB Linksammlung
 - skalieren nicht (z.B. NAS PB) oder sind nicht implementiert
 - neu HPC Challenge

- Entwicklung von skalierbaren, portablen und frei verfügbaren Benchmarks
- Low Level-Benchmarks
- und Compute Kernels zur Charakterisierung von HP Computern
- Applikations-Benchmarks
- und Benchmarks für kommerzielle Programme zur Charakterisierung der Performance unter realistischen Bedingungen
- Weitgehend automatisiert - Benchmark-Umgebung zur Unterstützung der Benutzer
- Datenbank mit Web-Präsentation der Benchmark Ergebnisse und Analysen

Integrated Performance Analysis of Computer Systems

Projekt:

- Finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
- 1.5 Mio. Euro, 4 Jahre, 20 Mann-Jahre
- Ursprünglich 5 Projektpartner
- Erweitert bis Ende 2005



Fraunhofer
Institut
Techno- und
Wirtschaftsmathematik



Fraunhofer ITWM

- Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern
- Dr. Pfreundt, Dr. Merten
- Nach Ausscheiden von Pallas nun offizielle Projektleitung
- Anwendungsbenchmarks (für Industrie)
- ParPac
- jetzt CacheBench
- Ddfem
- Fluent
- Performance Prediction



Fraunhofer Institut
Techno- und
Wirtschaftsmathematik

Pallas GmbH



- Software für HPC, Brühl bei Bonn
- Hr. Solchenbach, Dr. Bockhorst, Dr. Plum
- September 2003: Aufgekauft vom Chiphersteller Intel
- am Anfang Projektleitung
- Ende 2003 aus dem Projekt ausgeschieden
- Low-level Benchmarks: PMB-IO, Cachebench, Instrumentierung
- Benchmark Client
- Verwertung der Ergebnisse in Dienstleistungen

T-Systems, Solutions for Research

...T...Systems...

- früher Debis, früher DLR
- Dr. Geiger, Dr. Simmendinger
- Anwendungsbenchmarks
- Offene und kommerzielle Anwendungen
- TAUBench
- z.B. Verbrennung (in Motoren), Crash-Simulation
- Verwertung der Ergebnisse in Dienstleistungen

Universität Rostock, Lst. Rechnerarchitektur

- Prof. Tavangarian, Hr. Wasch, Hr. Krietemeyer
- I/O Benchmarks
- Datei I/O, Memory I/O
- Assoziative Speicherkonzepte
- Framework zu Benchmarks

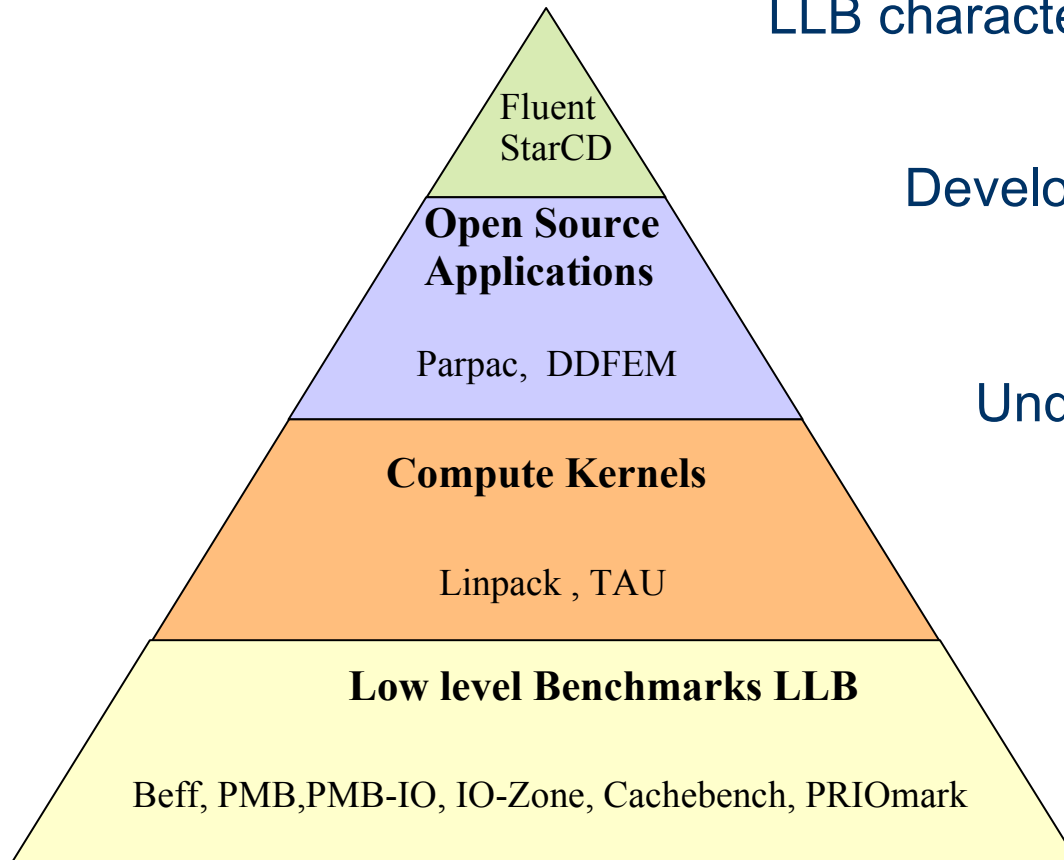


Universität Mannheim, Rechenzentrum

- Prof. Meuer, Dr. Kredel, Matthias Merz (Wirtschaftsinformatik), Martin Meuer, Giovanni Falcone (Software-Technik)
- Benchmark Server
- Repository und Web-Auftritt
- Öffentlichkeitsarbeit
- Web, Präsentation der Ergebnisse
- Workshops

UNIVERSITÄT
MANNHEIM

Benchmark Codes / Programme



Benchmark Pyramid

LLB characterize the distributed system



Develop real app's that scale



Understand their performance



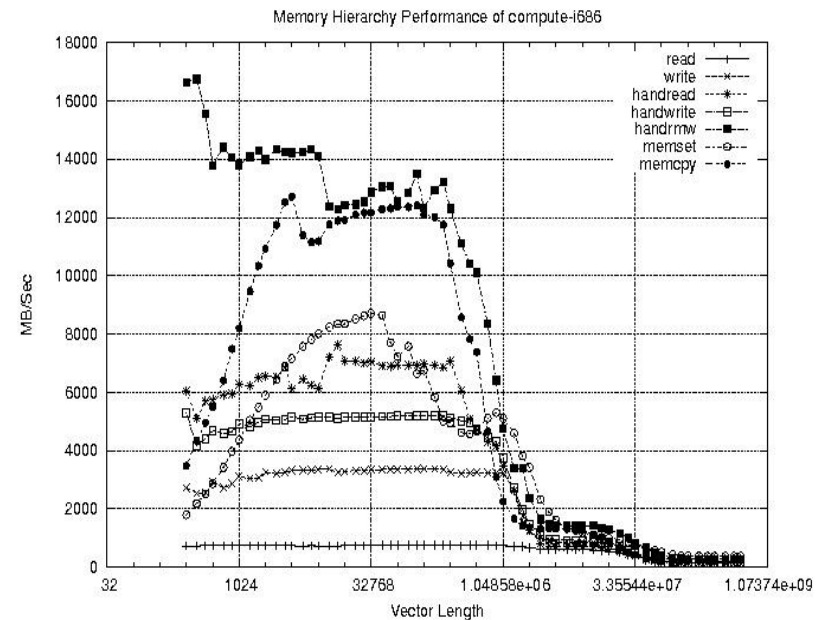
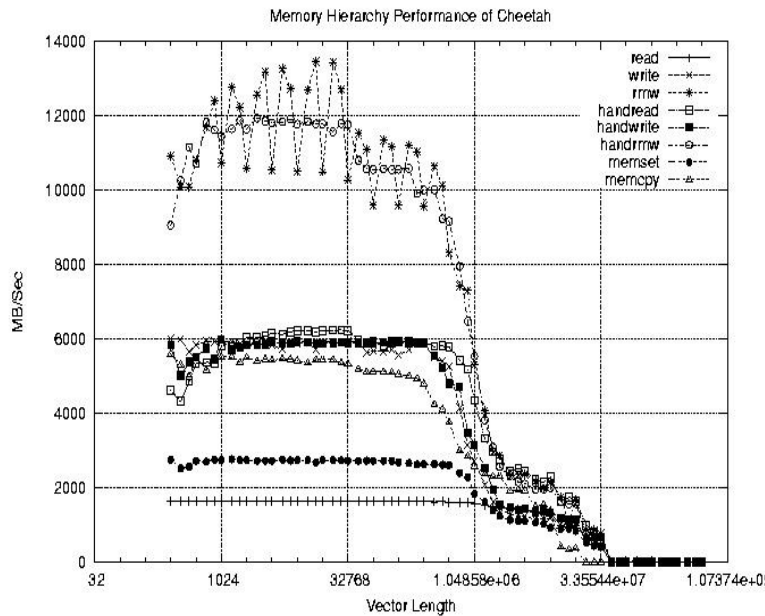
Performance Prediction

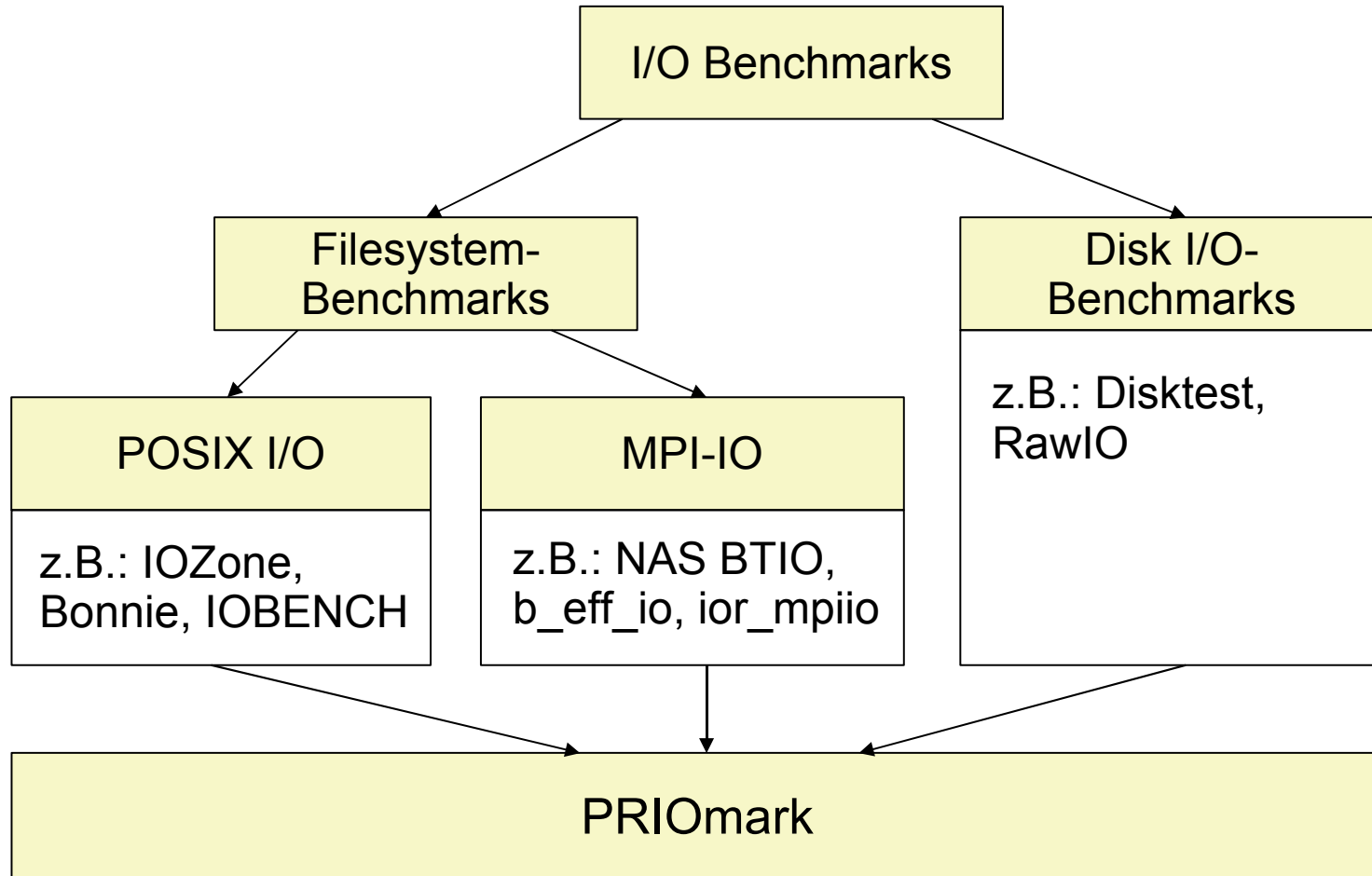


Verify prediction quality
for commercial codes

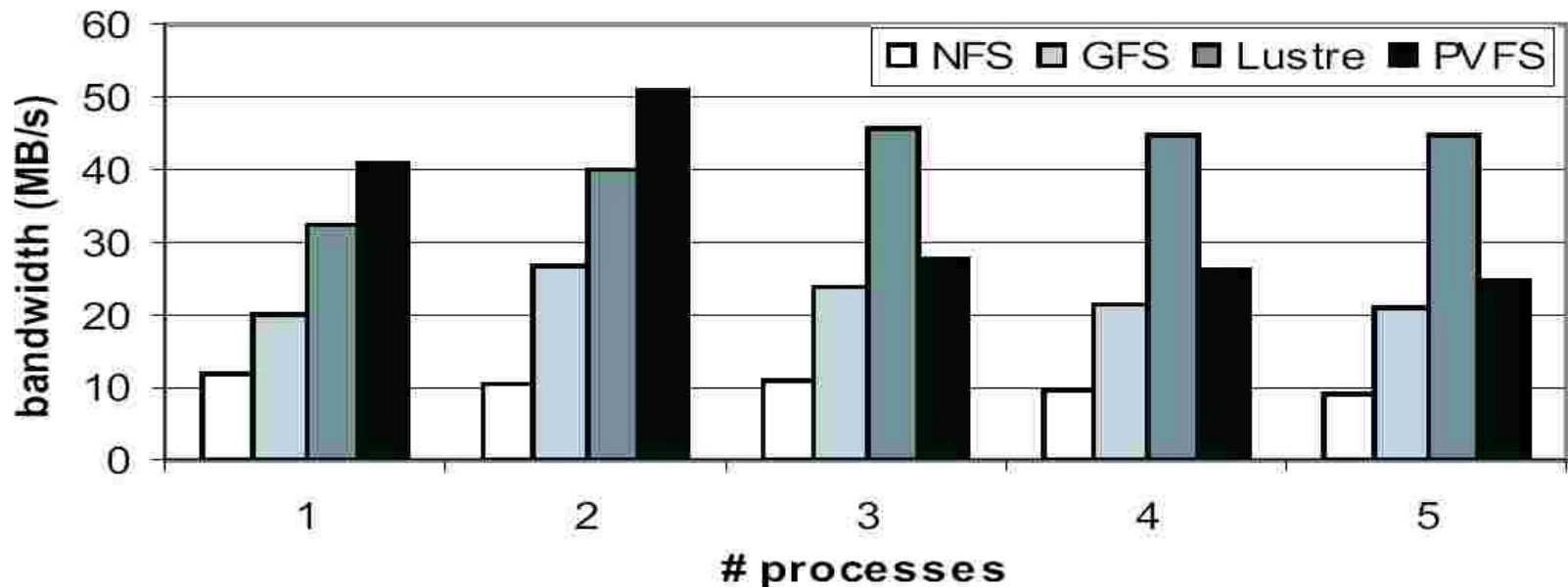
- Low-Level Benchmarks
 - CacheBench: Speicherhierarchie
 - PRIOMark: (Parallel) File-IO für Festplatten und im Netzwerk
 - Pallas/Intel MPI Benchmark
 - b_eff, PingPong, Bcast, SendRecv, AllReduce
- Compute Kernels
 - TauBench: Tau Multigrid Flow Solver
 - Linpack
- Application Benchmarks
 - ParPac: flow through porous structure
 - DDFEM: 3D linear elasticity solver (braucht PETSc)
- Commercial Software
 - Fluent, StarCD und PowerFlow

- ist Teil von LLCBench
- synthetischer Speicher-Benchmark
- linear read, write read-modify-write



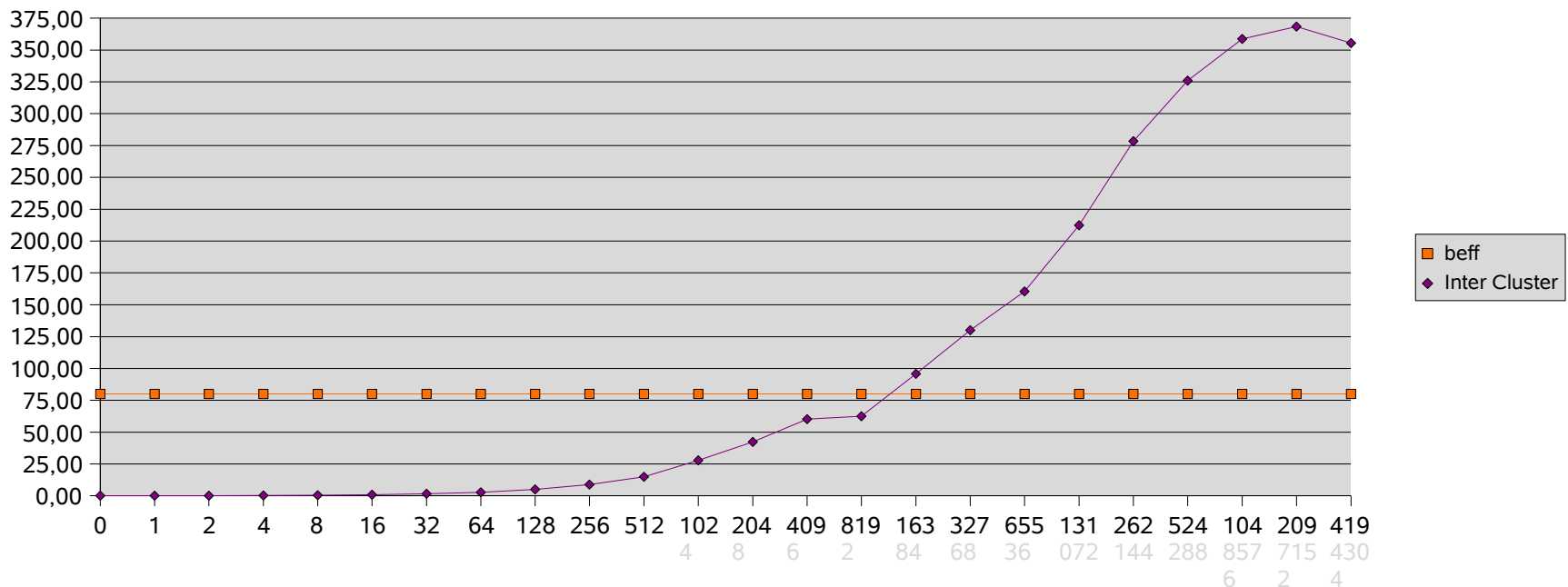


- plugin architecture
 - single / parallel processes
 - POSIX IO, MPI IO, raw IO
- workload definitions
 - file server, Web-server, DB server

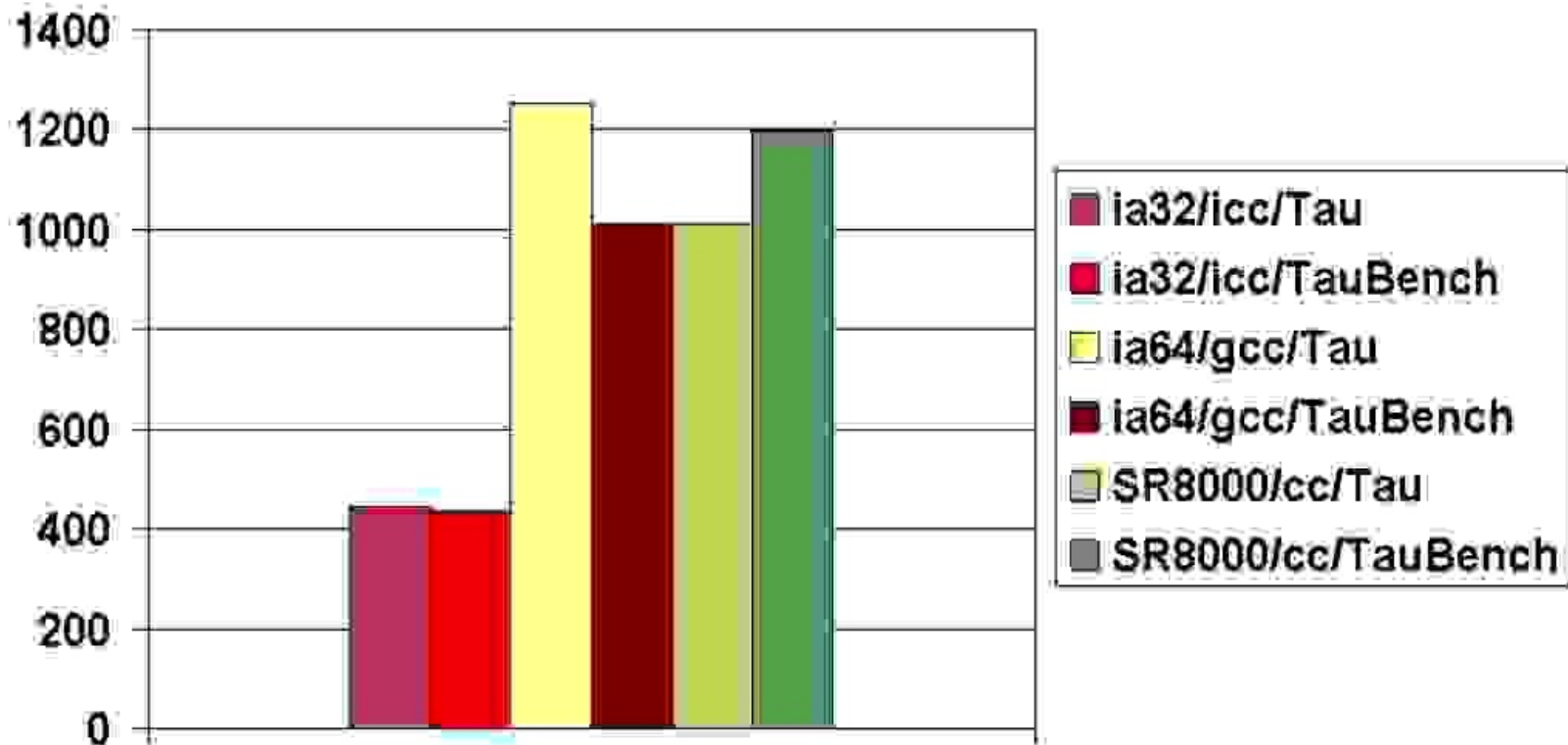


- Pallas / Intel MPI Benchmark
- verschiedene Kommunikationsmuster
- Point-to-point und Collective Operations
- B_eff: Summation und Mittelwert über Nachrichtenlänge, Muster

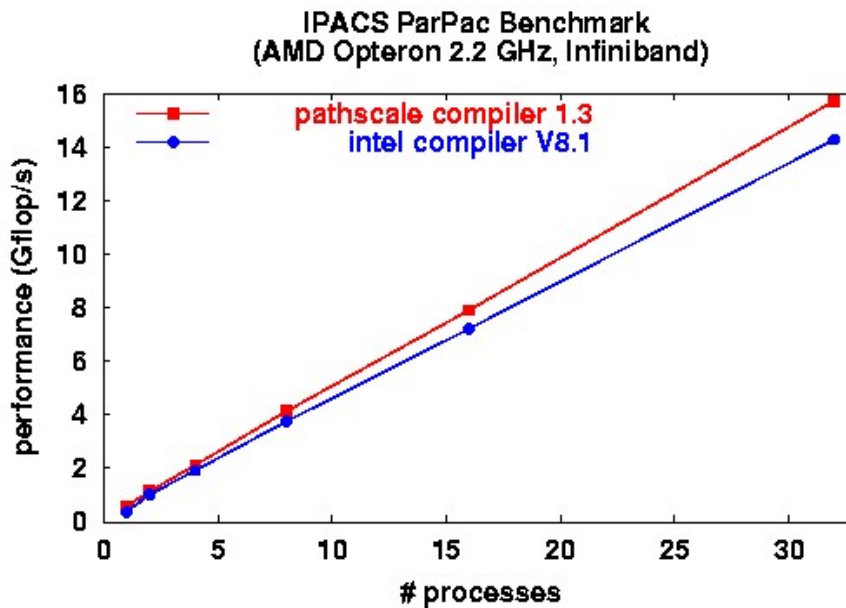
B_eff vs InterCluster



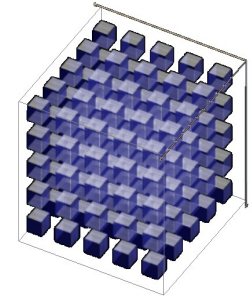
- Laufzeit wie Tau Solver der DLR
- memory access, floating point performance, quality of compilers



AMD Opteron 2.2 GHz, Infiniband:



- ☐ 16 dual Knoten a 2.2 GHz
- ☐ Infiniband interconnection

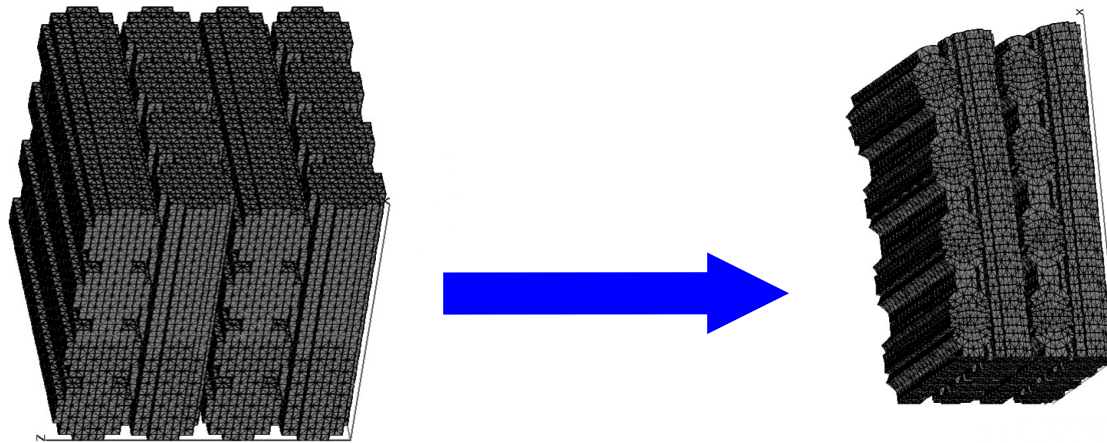


Compiler	Effizienz
Pathscale V1.3	11.1% vom Peak
Intel Compiler V 8.1	10.1% vom Peak

- Xeon 2.4 GHZ, Myrinet : 3.6% Peak

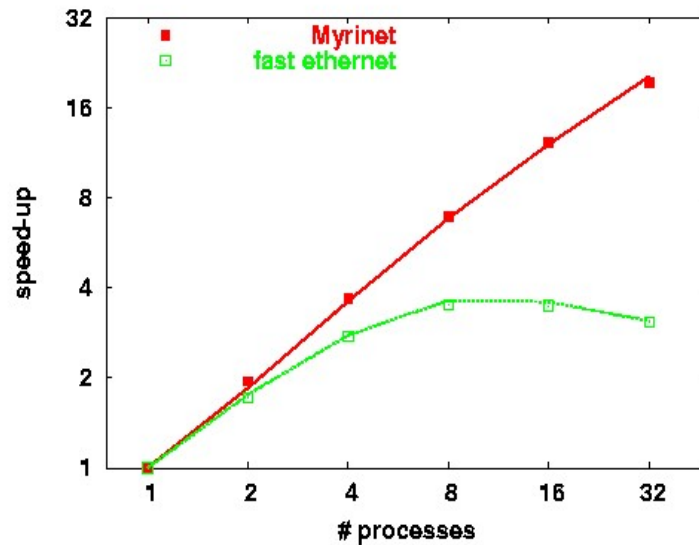
under development
Parpac 2.0 > 20% peak

- Domain Decomposition FEM
- in C++, verwendet PETSc
- Parallele Geometrie- und Grid-Erzeugung

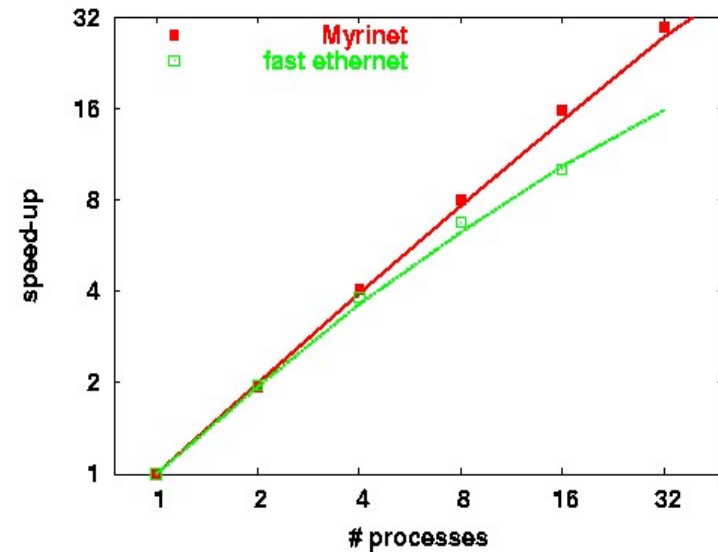


Fiber structure under compression

- Flow in atomotiv valve port
- Implicit method
- 250000 hybrid cells

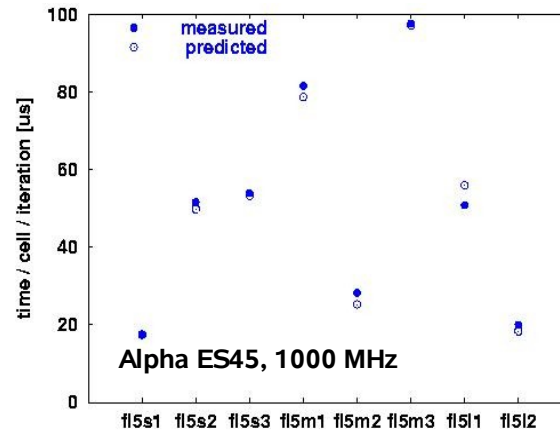
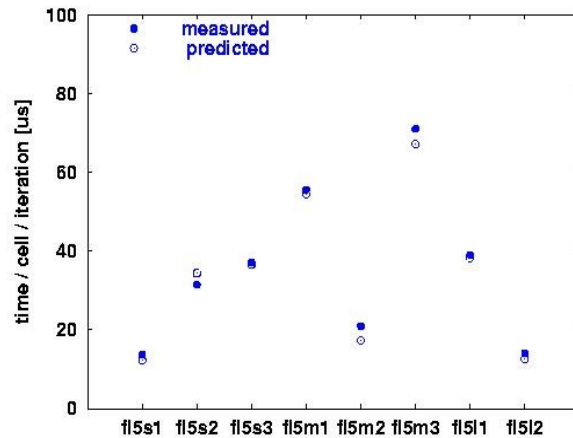


- exterior flow field around car
- Implicit method
- 3.6 mio hybrid cells

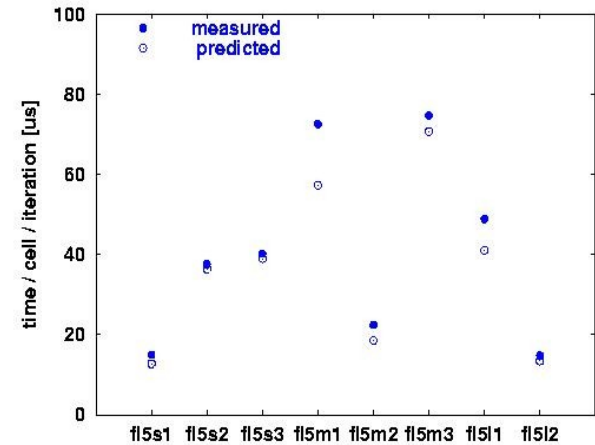


Measurements against prediction on dual Xeon cluster

Itanium2, 1500 MHz



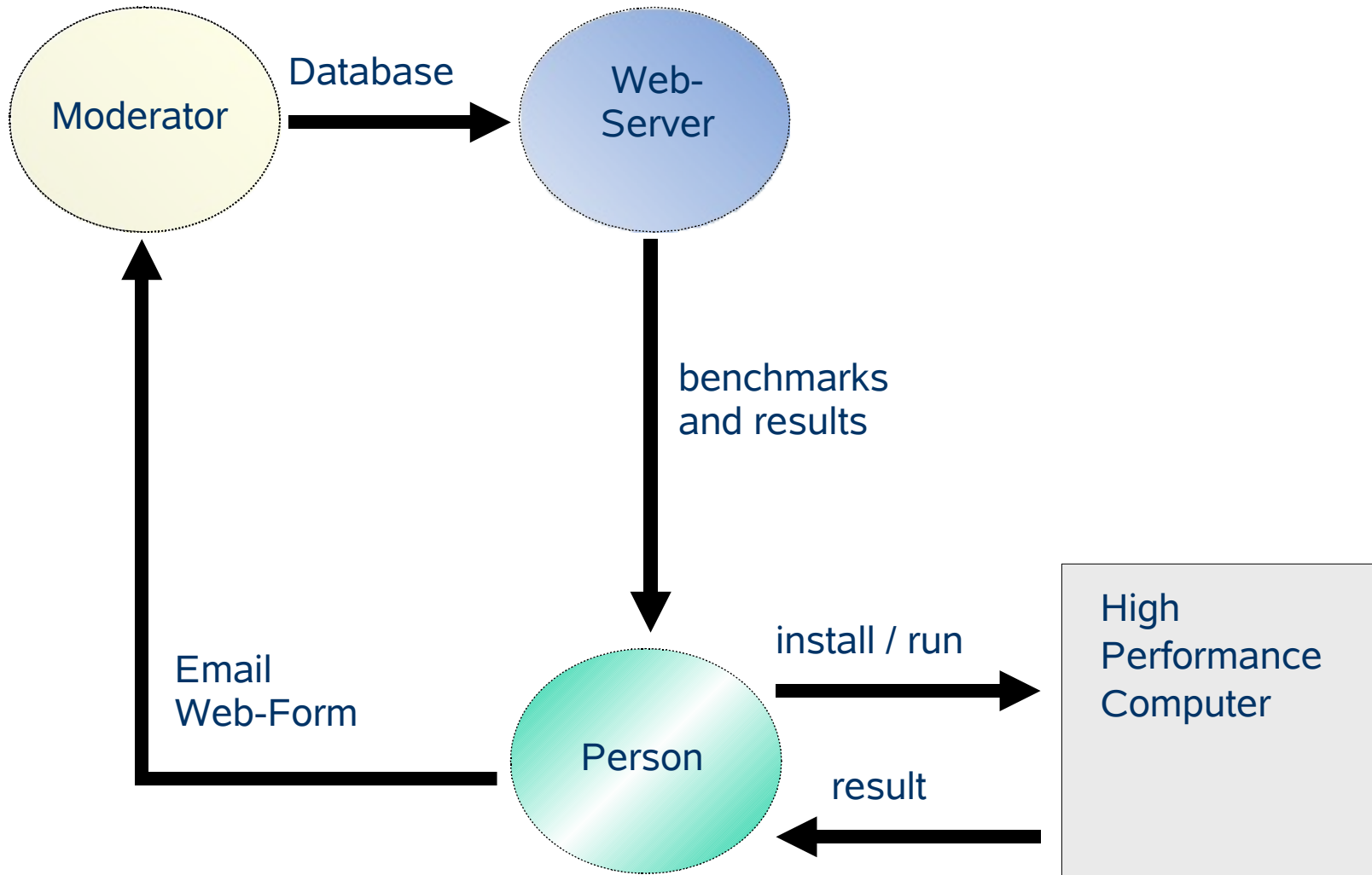
IBM pSeries690, Power4, 1300 MHz

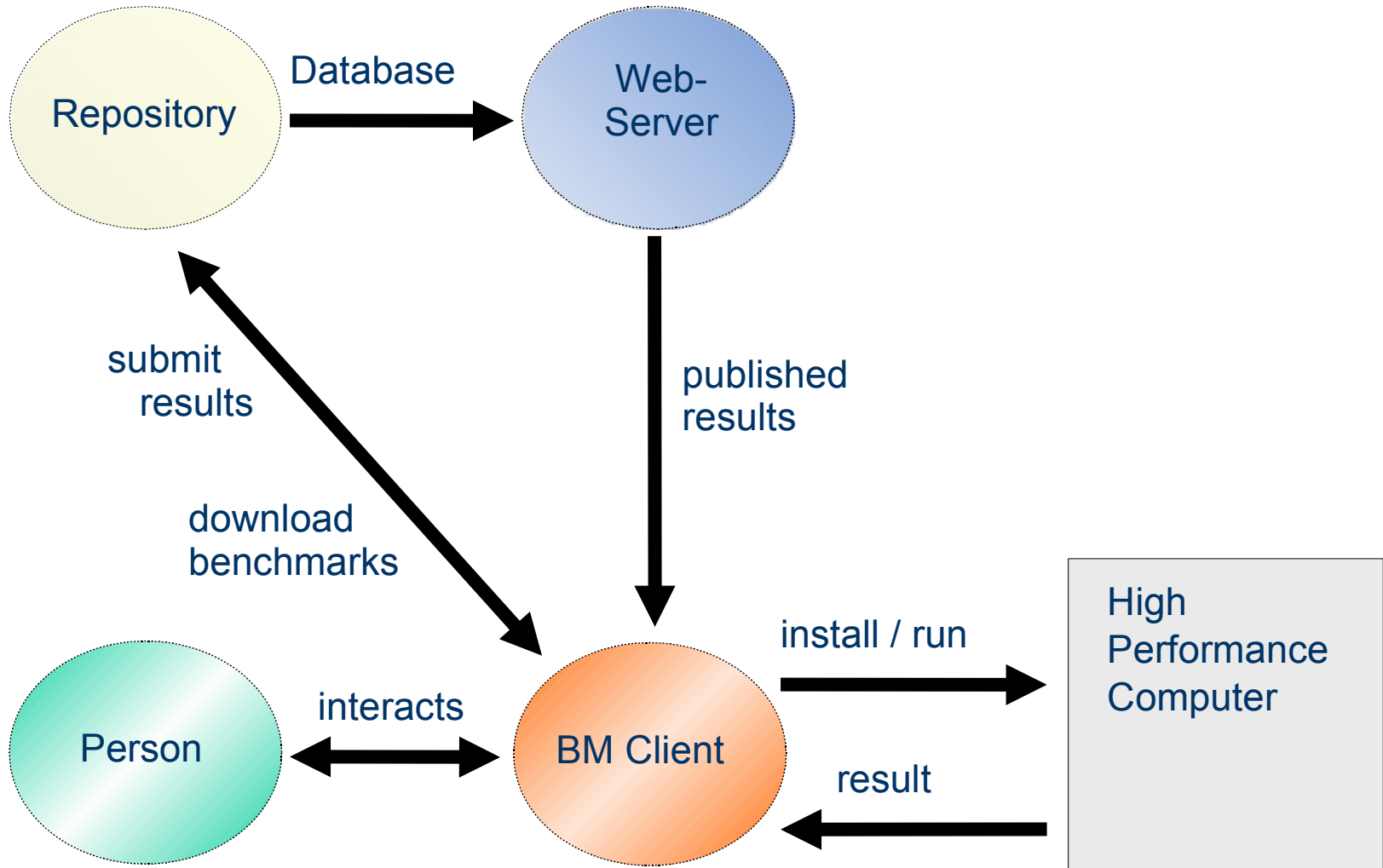


Based on a single run
on a dual XEON
Blade

published Fluent benchmarks

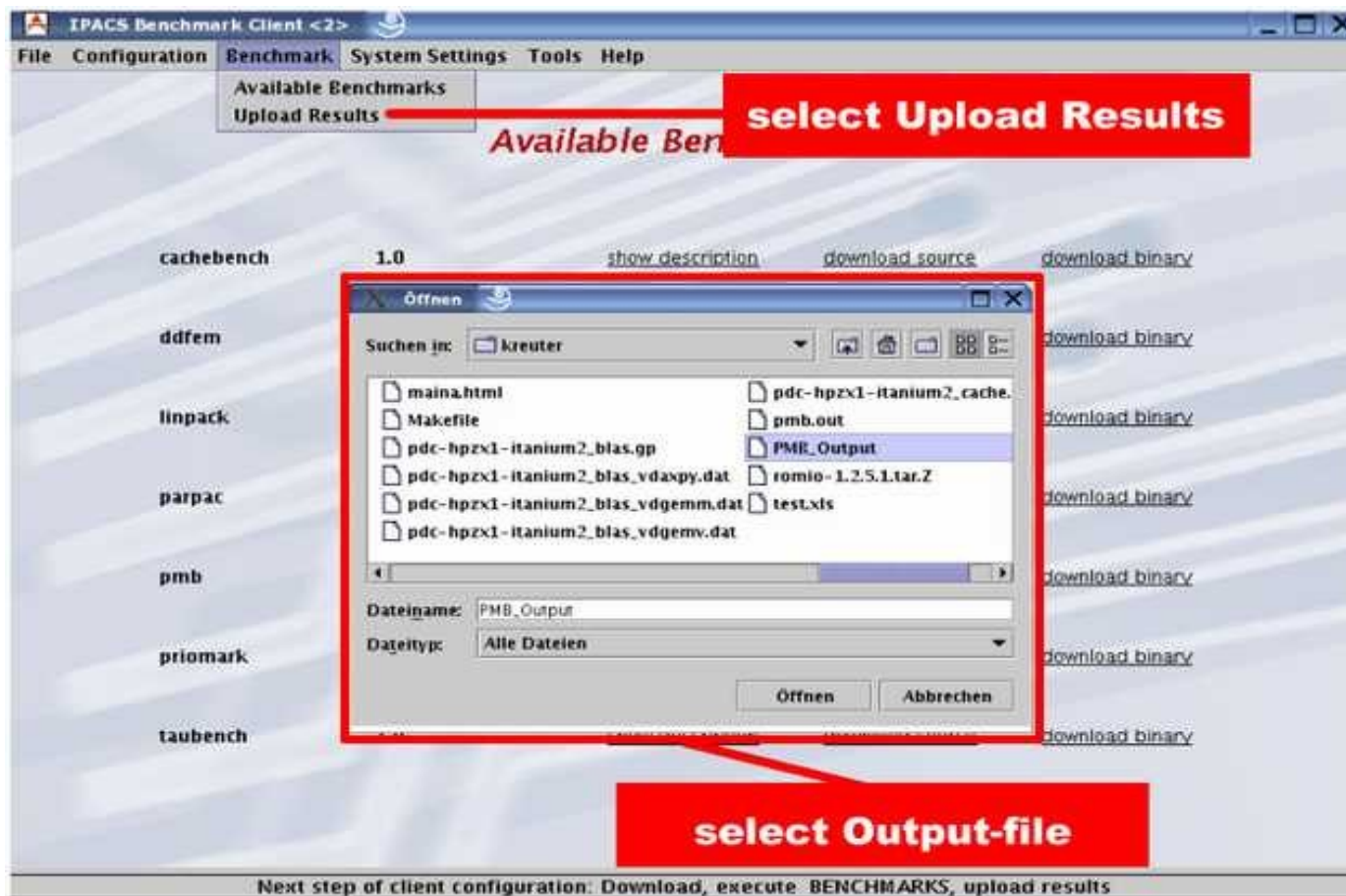
Benchmark Arbeitsumgebung





- Automatische Installation (Web-Start / Web-Browser)
- Kontaktaufnahme mit Repository (Client-ID)
- Ermitteln / Eingabe der BM Rechnerkonfiguration
- Download eines geeigneten Benchmarks
- Ausführung eines Benchmarks (lokal)
- Transformation Benchmark-Output in XML-Datei/Strom
- Upload des Benchmark-Outputs an Repository
- Darstellung der Benchmarkergebnisse im Browser

- Auswahl eines Benchmarks zum Download
- Upload der Ergebnisse



- Matix of Computers and Benchmark Results

Computer	Details	PingPong Max. Bandwidth (MB/sec)	SendRecvMax. Bandwidth (MB/sec)	Allreduce Time at 4MB (msec)	Bcast Time at 4MB (msec)	Solver Total Simulation Time (sec)	TauBenc FP Operatio Rate
compute.uni-mannheim.de IBM xSeries 445, SMP 2004-12-15	view	n/a	146.63	78.4976	36.64945	940.52	26.576
krum2 G+S noname PC, Single CPU 2004-07-29	view	n/a	n/a	n/a	n/a	819.33	n/a
Strider AMD Opteron, Cluster 2004-06-22	view	n/a	n/a	n/a	n/a	40.91	n/a
helics1.d1 n/a Dual AMD Athlon 1,4 Ghz, Myrinet NIC M3F-PCI64B-2 2004-06-21	view	216.74	169.5	369.23647	93.98556	634.22	270.352
Seaborg IBM SP POWER3, IBM SP 2004-06-09	view	n/a	n/a	n/a	n/a	733.48	n/a
virgo n/a Linux cluster, Intel Xeon 2004-06-03	view	n/a	n/a	n/a	n/a	488.08	n/a



Repository

Sponsored by:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Please select benchmark results to display

- ☒ ParPac Solver
- ☐ ParPac Solver w. parallel IO
- ☐ ParPac Solver w. serial IO
- ☒ PMB PingPong
- ☐ PMB SendRecv
- ☐ PMB Allreduce
- ☐ PMB Bcast
- ☐ TauBench
- ☐ Linpack
- ☒ CacheBench

Please select restrictions to create a list

- AMD
- Linux cluster
- Cluster
- All
- ia64 itanium2

Show

Reset

- Manufacturer
- Computer Type
- Computer Architecture
- Software OS
- Hardware Class

Computer Characteristics

Computer Description

Name	compute.uni-mannheim.de
Manufacturer	IBM
Computer Type	xSeries 445
Computer Architecture	SMP
CPU Vendor	n/a
Interconnect	n/a
Site Name	IT Center, University of Mannheim
Date of Registration	2004-12-15

Available Configurations

CPU	IBM Intel(R) Xeon(TM) MP CPU 2.70G
RAM	n/a
Hardware Class	i686
Interconnect	Proprietary shared memory
Software OS	Linux
Software OS Version	2.6.8-24-bigsm
MPI Library	mpich-1.2.6
MPI Device	null
MPI Path	null
C Compiler	gcc
F77 Compiler	ifort
F90 Compiler	ifort
Last Change	2005-07-19
	Results are displayed for this configuration

IBM Intel(R) Xeon(TM) MP CPU 2.70G	IBM Intel(R) Xeon(TM) MP CPU 2.70G
n/a	n/a
i686	i686
Proprietary shared memory	Proprietary shared memory
Linux	Linux
2.6.8-24-bigsm	2.6.8-24-bigsm
mpich-1.2.6	n/a
n/a	n/a
n/a	n/a
gcc	n/a
ifort	n/a
ifort	n/a
2004-12-15	2004-12-15
Show results for this configuration	Show results for this configuration

Available Benchmark Results

CacheBench

# Processors	1
CacheBench Read	6040.1458
CacheBench Write	12552.1785
CacheBench RMW	5971.9115
Upload Date	2005-05-24
	Details

[[View Graphics](#)]

PMB PingPong

# Processors	2	4	8	16	32
PMB PingPong Max. Bandwidth (MB/sec)	1524.69	1237.5	1481.18	1137.87	901.17
PMB PingPong Latency (usec)	4.84	5.01	5	4.9	4.9
PMB PingPong Bandwidth at 4MB (MB/sec)	0.90519	0.91237	0.84727	0.84797	0.62223
Upload Date	2005-06-16	2005-06-16	2005-06-16	2005-06-16	2005-06-15
	Details	Details	Details	Details	Details

[[View Graphics](#)]

PMB SendRecv

# Processors	2	4	8	16	32
PMB SendRecvMax. Bandwidth (MB/sec)	3450.4	1982.91	1527.69	1415.4	1084.82
PMB SendRecvLatency (usec)	7.09	7.1	7.17	7.33	7.41
PMB SendRecvBandwidth at 4MB (MB/sec)	3.58794	1.46091	0.95083	1.20698	0.76496

Benchmark Details

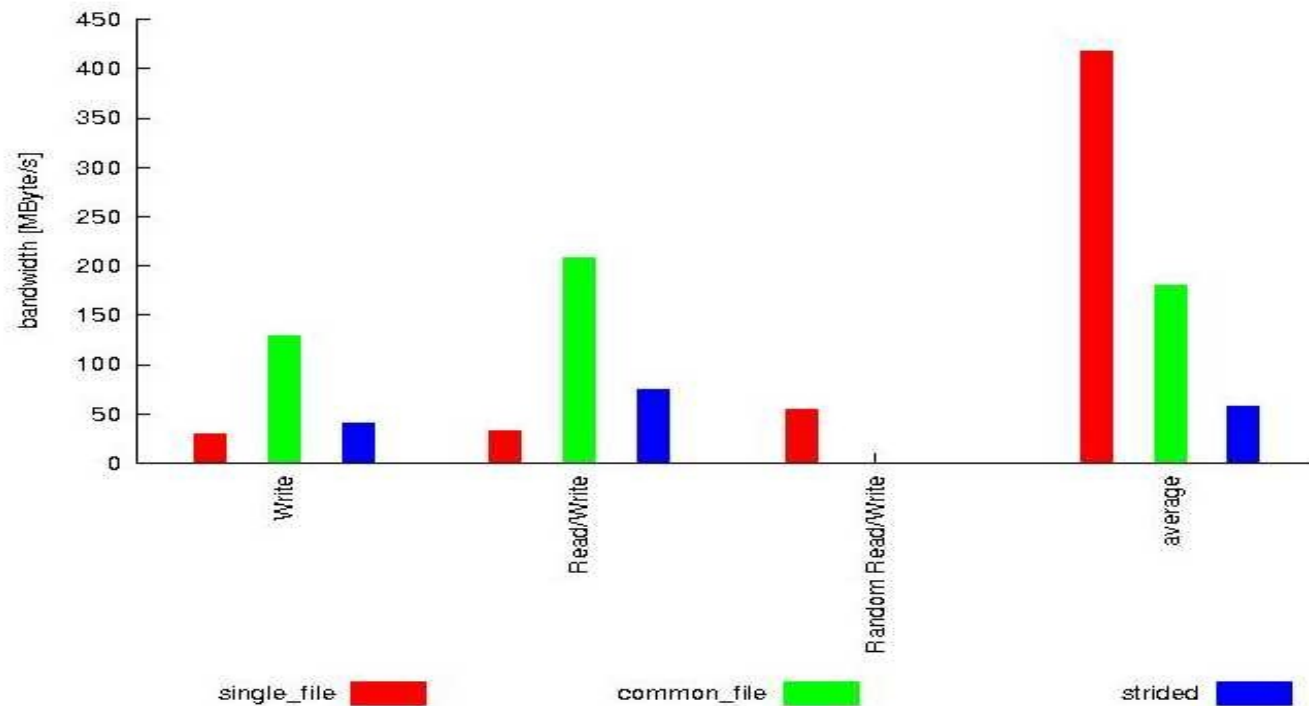
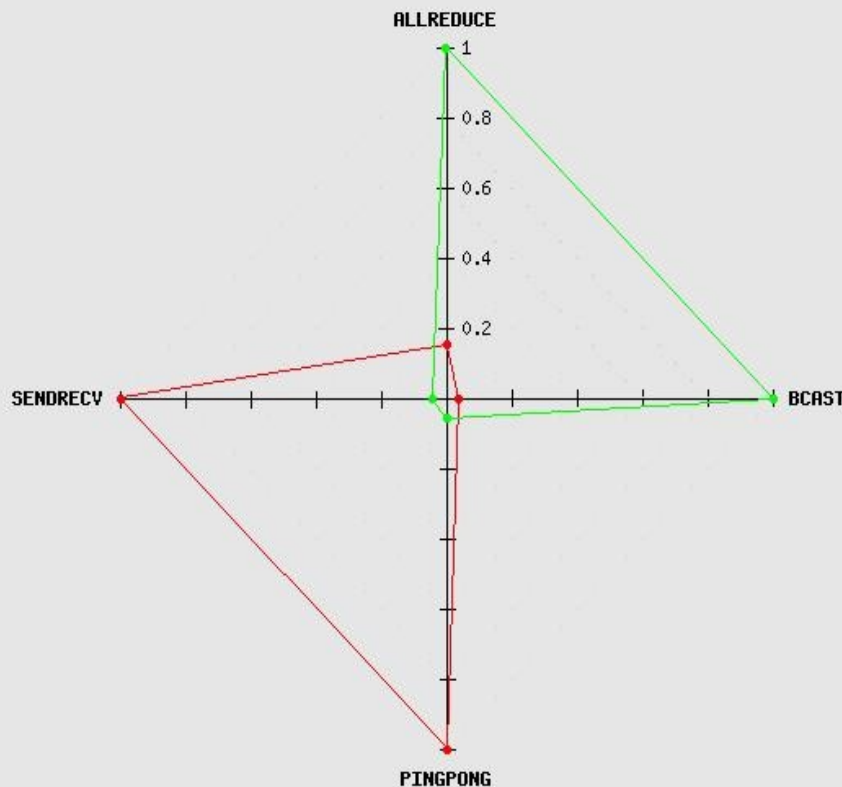


Fig. 1: Comparison of Parallel File Access Patterns

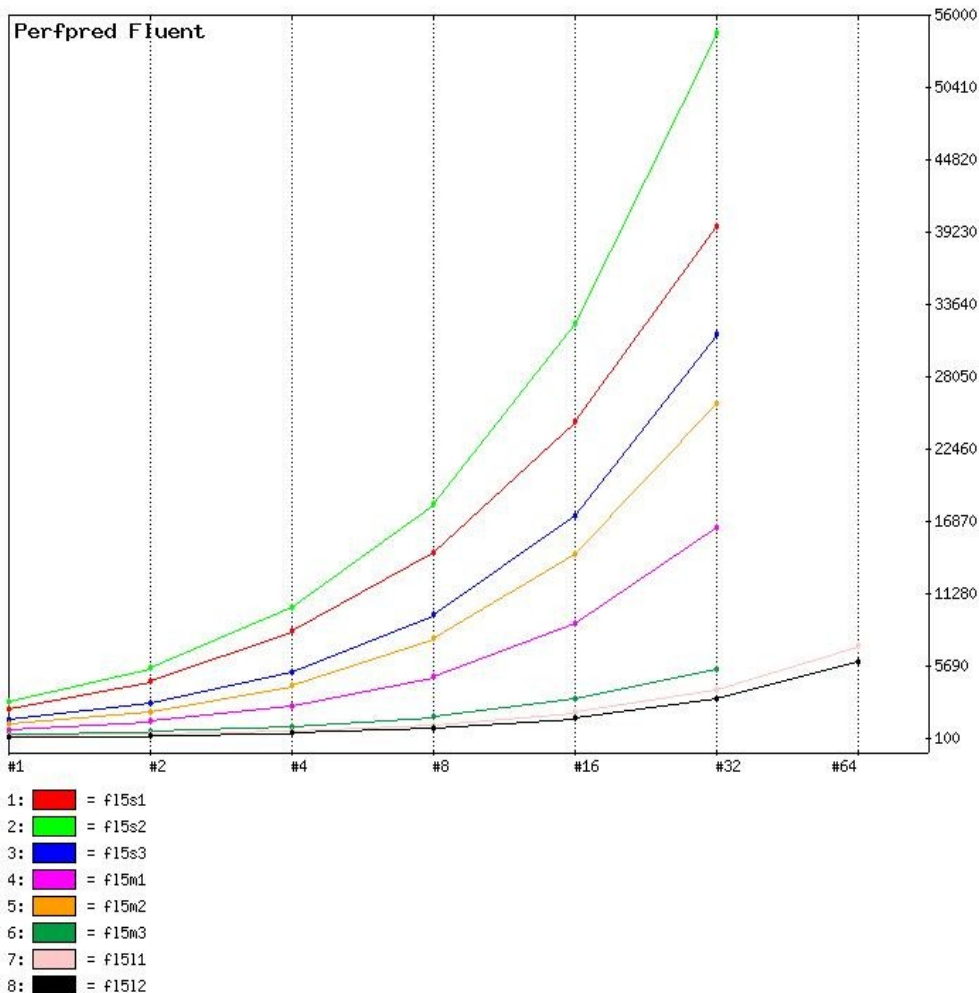
- jeder BM definiert eine Achse, jeder Computer ein Polygon



Name	ALLREDUCE	BCAST
☐ virgo	Yes	Yes
☐ Seaborg	Yes	Yes
☐ helics1.cl1	Yes	Yes
☐ compute.uni-mannheim.de	No	No
☐ comyc-2_2.clusternet	Yes	Yes
☐ Unimatrix Zero	Yes	Yes
☐ vr-master	Yes	Yes
☐ cheetah	Yes	Yes
☐ helics.myri	Yes	Yes
☐ Helics	Yes	Yes
☐ IPACS-GF	No	No
☐ compute_newbios	Yes	Yes

Generate

Fluent Diagram



List of available computers

Name	Type	Architecture	Manufacturer
vr-master	PO	cluster	Linux NetworX
vr-master	PO	cluster	Linux NetworX
cheetah	IBM pSeries System	Power 4	IBM

Cachebench Information

Read: 16736.5123
Write: 22153.8352
RMW: 16806.6463

Pingpong Information

Max Bandwidth: 849.56
Bandwidth at 4 MB: 0.35131
Latency: 0.74

Processor Information

Name: AMD Opteron(tm) Processor 248
CPU Speed: 2.15338 GHz
Flops per Cycle:

Generate

- Verfügbarkeit einer sinnvollen, getesteten, zuverlässigen und frei verfügbaren Benchmark Suite zur Ergänzung des Linpack
 - Low-Level Benchmarks, Compute Kernels, (kommerzielle) Anwendungen
- Feststellen der Konfiguration des HPC (Linux)
- Hilfe bei der Durchführung und Interpretation der Ergebnisse
- Online Analyse der Rechner und ihrer Benchmark Ergebnisse
- viele graphische Auswertungen, detaillierte Ergebnislisten
- Performance Prediction und Kiviat Diagramme (demnächst im Web)
- Unterstützung der Benchmarker und Entscheider

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Fragen ?

Bemerkungen ?

<http://www.ipacs-benchmark.org/>