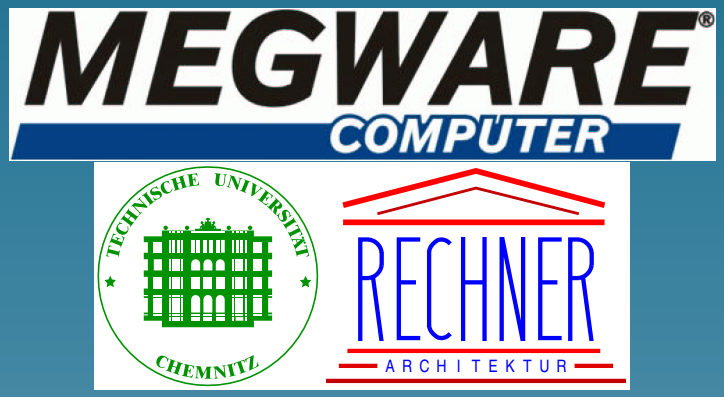
Cluster-of-Clusters-Grid — erste Erfahrungen



vertreten durch

Mario Trams

Technische Universität Chemnitz
Professur Rechnerarchitektur

ZKI – Arbeitskreis Supercomputing
18.Oktober 2002, Chemnitz

Überblick

- Projektrahmen
- Projektziel
- CoC – Klassifizierung
- existierende Lösungen and Ansätze
- Schlussfolgerungen
- weitere Arbeiten

Projektrahmen

Titel:
Entwicklung eines Cluster–of–Clusters(CoC) basierten Leistungsserver–Prototypen

- Verbundprojekt zwischen Megware GmbH und TU–Chemnitz (Fak.f.Informatik / Professur Rechnerarchitektur)

- gefördert durch SMWA (Sächsisches Ministerium für Wissenschaft und Arbeit)

Projektziel

Kopplung von Clustern:

- weniger im Sinne von Metacomputing, sondern im Sinne sich verändernder/wachsender Cluster

Projektziel

Kopplung von Clustern:

- weniger im Sinne von Metacomputing, sondern im Sinne sich verändernder/wachsender Cluster

$\Rightarrow$ gezielte Ausnutzung von Gegebenheiten wie ...

- $\star$ gemeinsame Administrationsdomäne
- $\star$ enge Nachbarschaft und damit Verfügbarkeit von SANs als Inter–Cluster–Connection

Projektziel

Kopplung von Clustern:

- weniger im Sinne von Metacomputing, sondern im Sinne sich verändernder/wachsender Cluster

$\Rightarrow$ gezielte Ausnutzung von Gegebenheiten wie ...

- $\star$ gemeinsame Administrationsdomäne
- $\star$ enge Nachbarschaft und damit Verfügbarkeit von SANs als Inter–Cluster–Connection

... um dadurch effizientere Lösung als Gridansätze zu bekommen

Projektziel

Kopplung von Clustern:

- weniger im Sinne von Metacomputing, sondern im Sinne sich verändernder/wachsender Cluster

$\Rightarrow$ gezielte Ausnutzung von Gegebenheiten wie ...

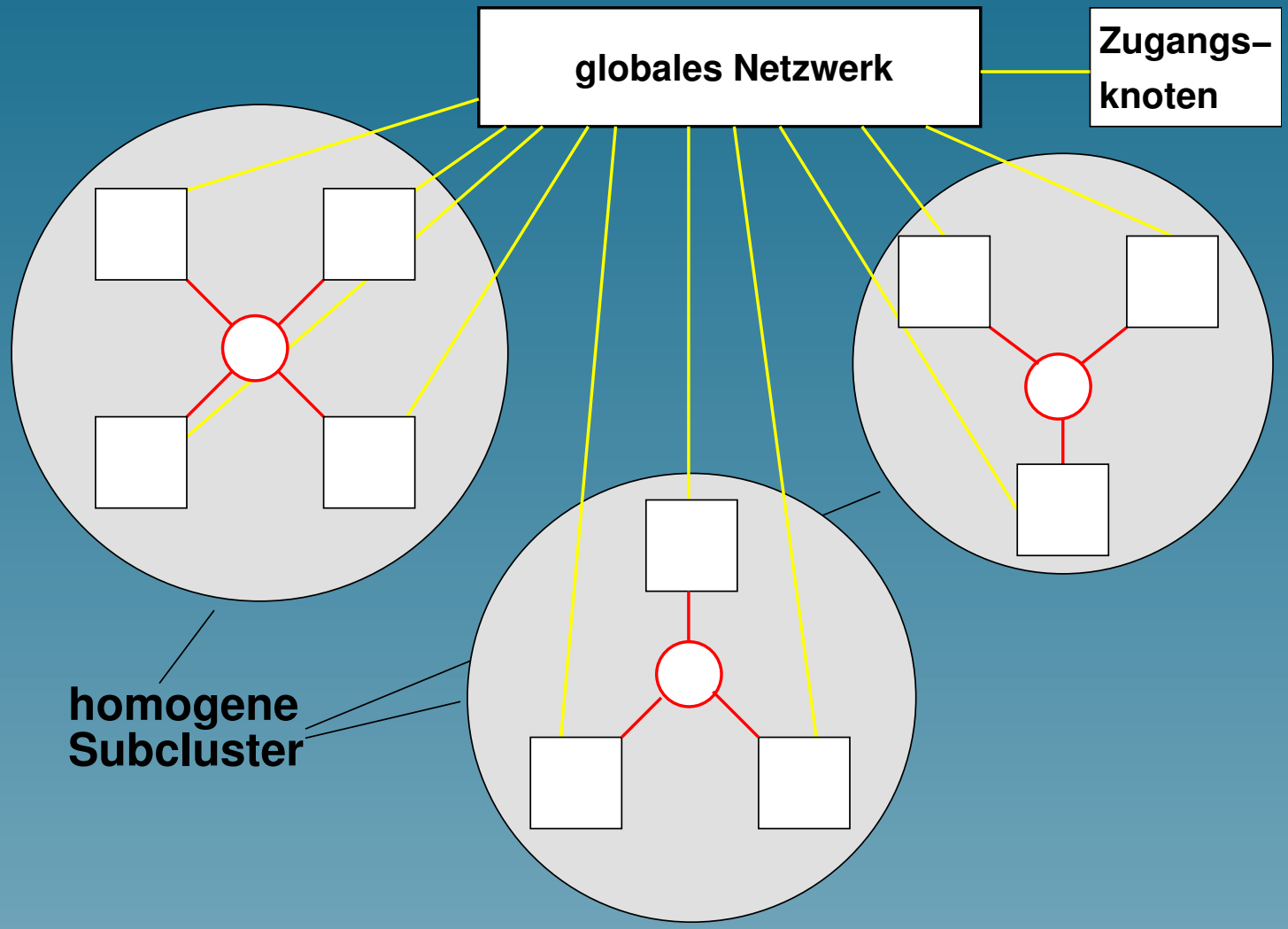
  - $\star$ gemeinsame Administrationsdomäne
  - $\star$ enge Nachbarschaft und damit Verfügbarkeit von SANs als Inter–Cluster–Connection

  ... um dadurch effizientere Lösung als Gridansätze zu bekommen

- schlussendlich das zur Verfügung stellen einer allumgreifenden MPI–Schnittstelle

CoC Klassifikation

Typ 1: global verfügbares Netzwerk



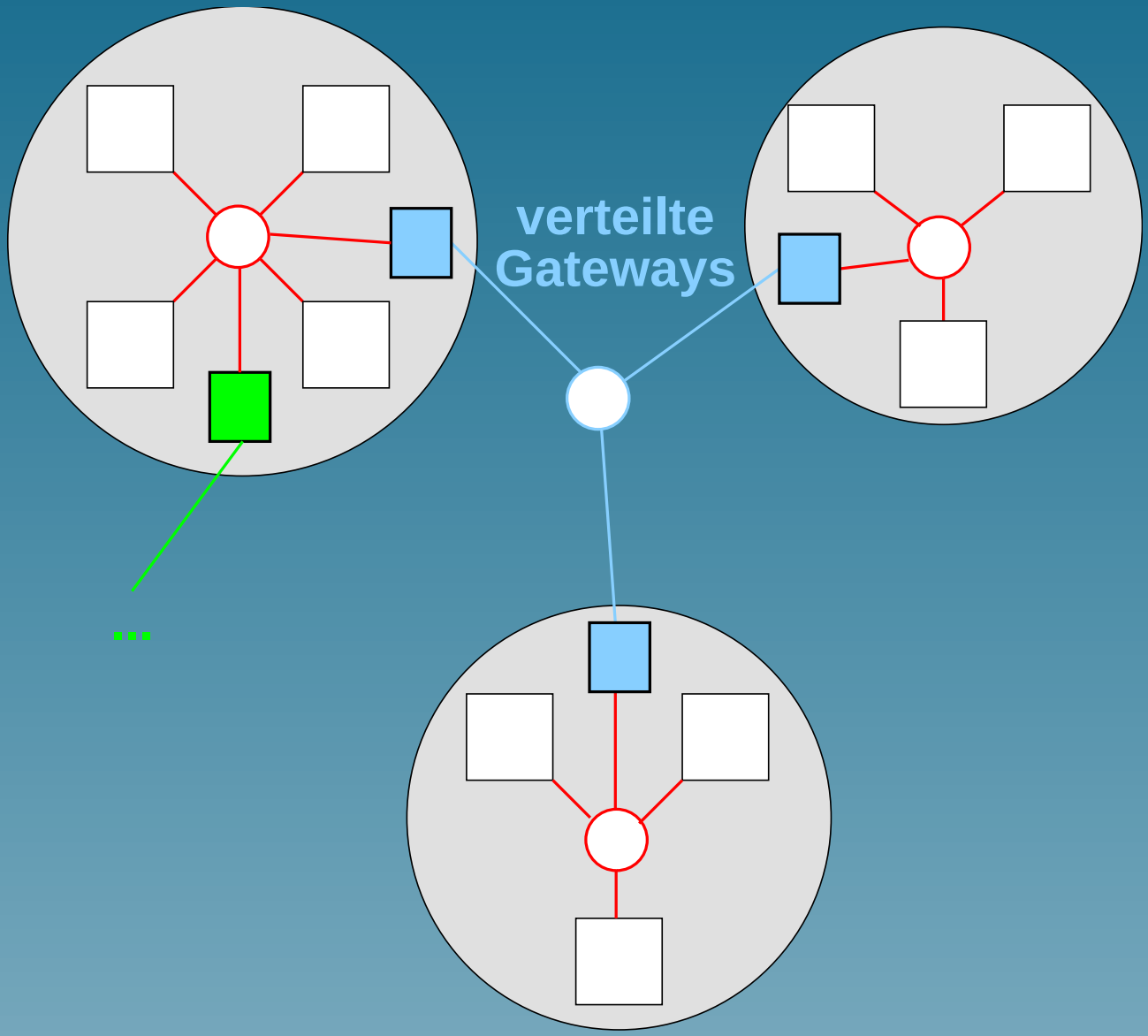
CoC Klassifikation (cont.)

Typ 1: global verfügbares Netzwerk

- ein generelles (Administrations–)Netzwerk — in der Regel Fast Ethernet;
  mehrere eingebettete Subcluster mit eigenem High–Speed Netzwerk
- typischer Fall, der durch schrittweise Erweiterung eines Clusters entsteht
- direkte Peer–to–Peer Kommunikation beliebiger Knoten möglich

CoC Klassifikation (cont.)

Typ 2: Kopplung mittels verteilten Gateways



weggelassen: globales/Administrations–Netzwerk

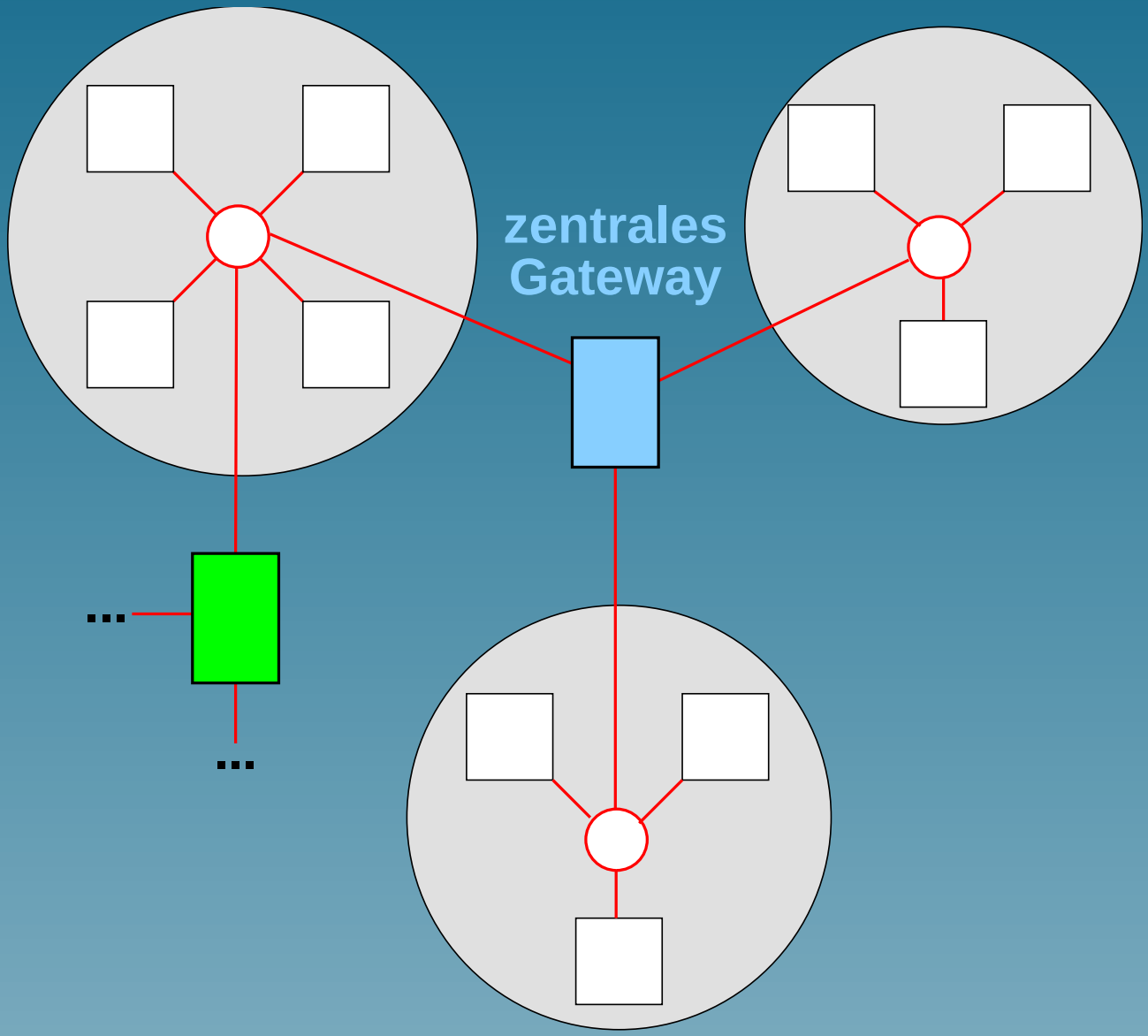
CoC Klassifikation (cont.)

Typ 2: Kopplung mittels verteilten Gateways

- ausgewählte Knoten der Subcluster haben Zugriff auf weiteres (High–Speed) Netzwerk
- lediglich diese Knoten der Subcluster können direkt miteinander kommunizieren
- keine direkte Peer–to–Peer Kommunikation beliebiger Knoten möglich
  (... abgesehen von einem weiterhin existierenden, jedoch langsamen globalen Netzwerk)

CoC Klassifikation (cont.)

Typ 3: Kopplung mittels zentralem Gateway



CoC Klassifikation (cont.)

Typ 3: Kopplung mittels zentralem Gateway

$\Rightarrow$ eigentlich Sonderfall von Typ 2

- denn: lediglich Umsetzung in drittes Medium entfällt bei Peer–to–Peer Kommunikation

CoC Klassifikation (cont.)

Typ 3: Kopplung mittels zentralem Gateway

$\Rightarrow$ eigentlich Sonderfall von Typ 2

- denn: lediglich Umsetzung in drittes Medium entfällt bei Peer–to–Peer Kommunikation
- jedoch problematisch:
  - $\star$ sehr irdisch: Kabellänge der High–Speed Netze
  - $\star$ Ressourcenknappheit im Gateway
    von Steckplätzen bis zu Bandbreitenproblemen
- erscheint dennoch interessant für kleinere Cluster

existierende (Teil–)Lösungen

High–Level Ansatz (aus Metacomputing/Grid–Bereich)

- MPICH–G2
- PACX–MPI
- MetaMPICH
- IMPI

Middleware Ansatz

- Madeleine III
- VMI2

MPICH–G2

- Startup–Mechanismus auf Globus basierend
- Nutzung bestimmter MPIs für Intra–Cluster Kommunikation; MPICH–basierte MPIs jedoch momentan nicht möglich
- Inter–Cluster Kommunikation lediglich via Peer–to–Peer TCP/IP
- für CoC Typ 1 geeignet

MPICH–G2 (cont.)

Probleme:

- Anzahl von TCP/IP–Connections
  - ⋆ nicht beliebig skalierbar
  - ⋆ jedoch unproblematisch für kleinere Cluster

MPICH–G2 (cont.)

Probleme:

- Anzahl von TCP/IP–Connections
  - ⋆ nicht beliebig skalierbar
  - ⋆ jedoch unproblematisch für kleinere Cluster
- Probleme bei der Kopplung von Clustern mit privaten Subnetzen
  - ⋆ IP–Tunneling durch Zugangsknoten notwendig
  - ⋆ Abstimmung der IP–Adressen unter den Subclustern notwendig
  - ⋆ nicht so kritisch für CoC–Kontext

PACX–MPI

- ermöglicht ähnlich wie MPICH–G2 die Nutzung bestehender MPI–Bibliotheken für Intra–Cluster Kommunikation
- Inter–Cluster Kommunikation via Gateway–Knoten

$\Rightarrow$ Peer–to–Peer Möglichkeit entfällt

PACX–MPI

- ermöglicht ähnlich wie MPICH–G2 die Nutzung bestehender MPI–Bibliotheken für Intra–Cluster Kommunikation
- Inter–Cluster Kommunikation via Gateway–Knoten

$\Rightarrow$ Peer–to–Peer Möglichkeit entfällt

- Gateways kommunizieren via TCP/IP oder ATM

$\Rightarrow$ leider keine Nutzung von High–Speed SANs möglich

- eignet sich für CoC Typ 1 und 2
  (bedingt für Typ 3 ?)

MetaMPICH

- ähnlicher Ansatz wie PACX–MPI:
  Inter–Cluster Kommunikation via Router–Knoten

⇒ direkte Peer–to–Peer Möglichkeit entfällt hier ebenfalls

- basiert jedoch auf MPICH
- Inter–Cluster Kommunikation via TCP/IP oder ATM

⇒ wie bei PACX–MPI leider keine Nutzung von High–Speed SANs für Inter–Cluster Komm. möglich

IMPI (Interoperable MPI)

- spezielles Protokoll für die Kommunikation verschiedener MPI–Implementationen untereinander
- prinziell gleicher Ansatz wie PACX–MPI/MetaMPICH: Gateways/Router; kein direktes Peer–to–Peer
- Inter–MPI Kommunikation primär via TCP/IP
- IMPI muss direkt in jeweiliges MPI integriert werden

$\Rightarrow$ potentiell bessere Performance als z.B. PACX-MPI

- scheint für CoC jedoch ungeeignet

Madeleine III

- Kommunikationssystem der *Parallel Multithreaded Machine (PM2)* (Projekt aus Lyon)
- Heterogenität wird durch Low–Level Kommunikationsbibliothek verborgen
- Anbindung an (modifiziertes) MPICH via ADI–Device
- bisher Unterstützung für TCP/IP, SCI und Myrinet
- eignet sich für CoC Typ 1 und 3

$\Rightarrow$ Inter–Cluster Komm. sowohl direkt Peer–to–Peer als auch über zentrales Gateway möglich
verteilte Gateways nicht möglich

VMI 2

- VMI = Virtual Machine Interface
- vergleichbar mit Madeleine
- dynamisches Nachladen von Kommunikations-modulen
- Channel–Bundling ist möglich
- MPICH ADI–Device für VMI 2 existiert
- derzeit Unterstützung für TCP/IP, VIA, Myrinet
- eignet sich für CoC Typ 1 und 2 (VMI 1???)

einige Schlussfolgerungen

High–Level Ansatz

- alle High–Level Ansätze zeichnen sich durch TCP/IP für Inter–Cluster Komm. aus (durch die Natur der Sache bedingt)

$\Rightarrow$ keine optimale Ausnutzung der Gegebenheiten bei CoC

einige Schlussfolgerungen

High–Level Ansatz

- alle High–Level Ansätze zeichnen sich durch TCP/IP für Inter–Cluster Komm. aus (durch die Natur der Sache bedingt)

$\Rightarrow$ keine optimale Ausnutzung der Gegebenheiten bei CoC

Middleware Ansatz

- erscheint besser geeignet für CoC da näher zur Hardware

- bisher besteht nirgends die Möglichkeit zur Benutzung nativer MPIs

mögliche weitere Arbeiten

- Nutzung von Vendor–supplied MPIs als Kommunikationsmedium in Middleware wie Madeleine oder VMI
- Verbesserung von Madeleine oder VMI:
  - ⋆ mehr Low–Level Devices an sich
  - ⋆ CoC Typ 2 Support in Madeleine

mögliche weitere Arbeiten

- Nutzung von Vendor–supplied MPIs als Kommunikationsmedium in Middleware wie Madeleine oder VMI
- Verbesserung von Madeleine oder VMI:
  - ⋆ mehr Low–Level Devices an sich
  - ⋆ CoC Typ 2 Support in Madeleine
- Anpassung etwa von PACX–MPI an abstrahierten Inter–Cluster Komm.Mechanismus ist denkbar
  - ⋆ z.B. TCP/IP oder ATM als Medium, sondern VMI oder Madeleine

  ⇒ Entkopplung vom benutzten Medium

Diverse Links

MPICH–G2:

`http://www.hpclab.niu.edu/mpi/`

PACX–MPI:

`http://www.hlrs.de/organization/pds/projects/pacx-mpi/`

MetaMPICH:

`http://www.lfbs.rwth-aachen.de/~martin/MetaMPICH/`

IMPI:

`http://impi.nist.gov`

Madeleine III:

`http://www.ens-lyon.fr/~mercierg/mpi.html`

VMI 2:

`http://vmi.ncsa.uiuc.edu/`