Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Praktikum: Paralleles Programmieren für Geowissenschaftler

Prof. Thomas Ludwig, Hermann Lenhart, Ulrich Körner, Nathanael Hübbe

Dr. Hermann-J. Lenhart
hermann.lenhart@zmaw.de

MPI Einführung I:

- Hardware Voraussetzung zur Parallelen Programmierung
- MPI Nachrichtenaustausch
- Send/Receive Syntax
- MPI Umgebungsvariablen

Dr. Hermann-J. Lenhart
hermann.lenhart@informatik.uni-hamburg.de

Möglichkeiten der Parallelen Programmierung :

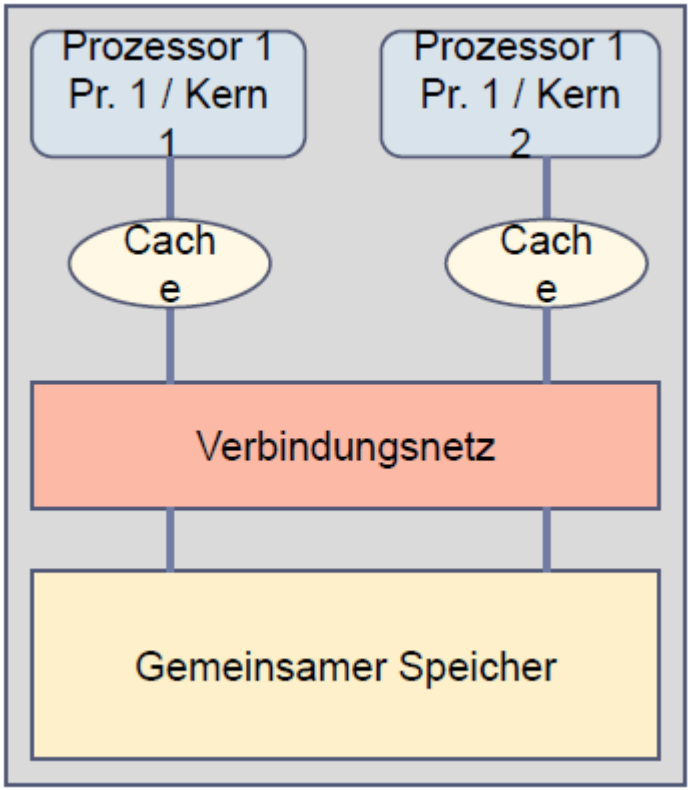
Generell abhängig von der Hardware:

- **OpenMP** - Möglich bei der Nutzung von gemeinsamem Speicher
  (shared memory directives)

- **MPI** (Message-Passing Interface)
  - bei Rechnerarchitektur mit verteiltem Speicher
  - derzeit einziger Standard mit Portabilität auf allen Plattformen

- **Hybride** Programmierung: Kombination von MPI und OpenMP

OpenMP - Hardware Voraussetzung ist gemeinsamer Speicher



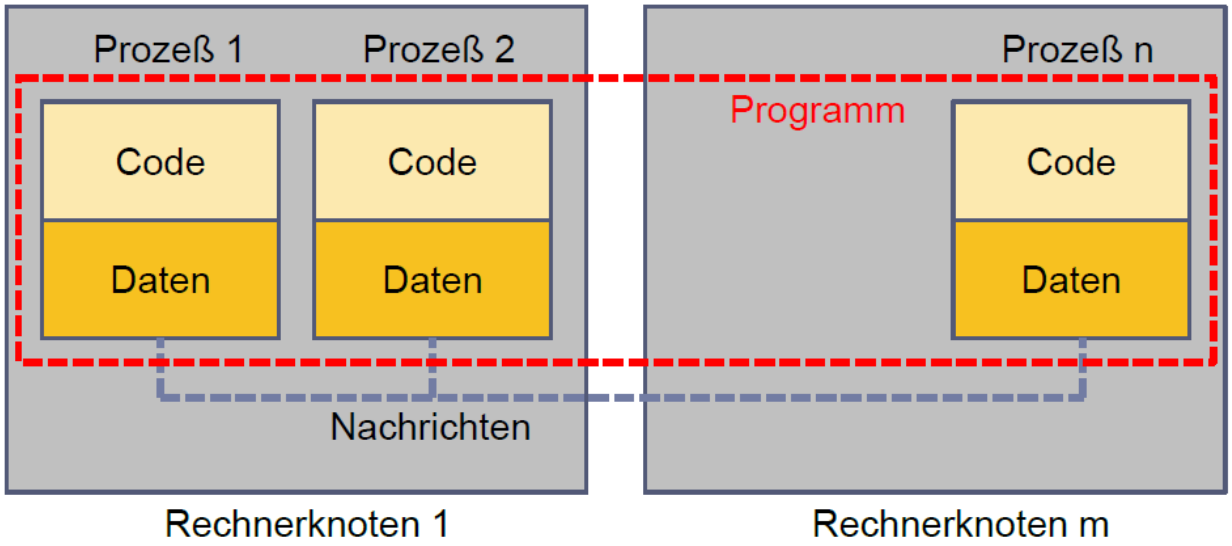
SMP:
Symmetrisches Multiprozessersystem
(symmetric multiprocessing)

Auf die Daten im gemeinsamem Speicher kann jederzeit von jedem Prozess aus zugegriffen werden.

(nach Ludwig WS12/13)

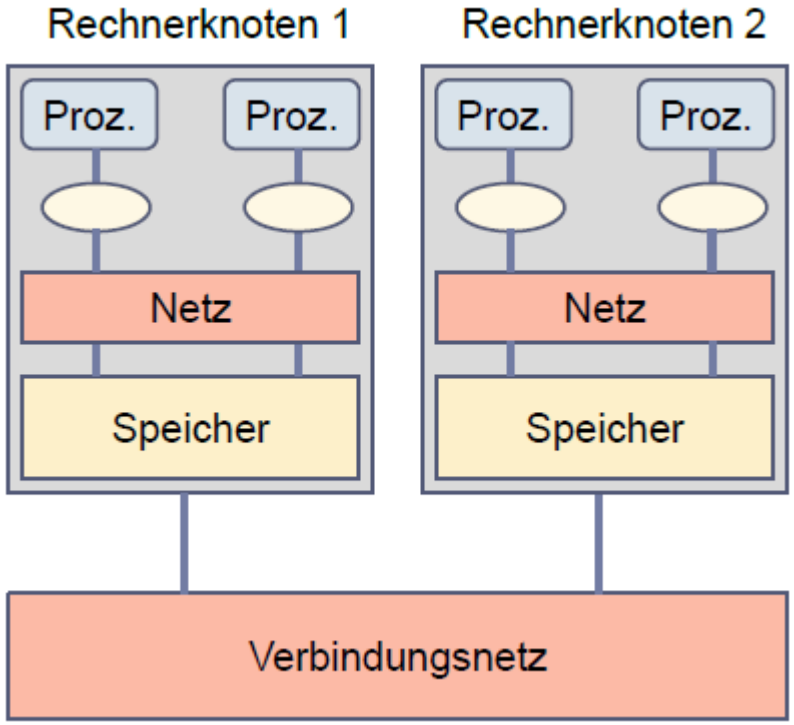
MPI – Hardware Vorraussetzung

(nach Ludwig WS12/13)



- Keinen direkten Zugriff auf Memory (Daten) von anderen Prozessen.
- Datenverfügbarkeit über expliziten Datenaustausch (Senden/Empfangen) mit anderen Prozessen!

Hybride Programmierung



Existierende HLR sind heute meist
eine Kombination aus
Rechnerknoten mit gemeinsamem Speicher,
von den man viele verwendet
und **über ein Verbindungsnetz** verbindet.

Ermöglicht die Kombination von
MPI und OpenMP

(nach Ludwig WS12/13)

MPI (Message Passing Interface) - Nachrichtenaustausch

MPI Nachrichten sind Datenpakete die zwischen Prozessen ausgetauscht werden.

Hardware Rahmenbedingungen:

- Keinen direkten Zugriff auf Memory (Daten) von anderen Prozessen.
- Datenverfügbarkeit **nur** über expliziten Datenaustausch (Senden/Empfangen) mit anderen Prozessen!

MPI Nachrichtenaustausch

Der Nachrichtenaustausch bedarf folgender Informationen:

- Sendender Prozess
- Datentyp
- Datenlänge
- Empfangender Prozess
- Status der Nachricht
- Nachrichtenumgebung (z.B. wieviele Prozesse sind vorhanden?)

MPI Nachrichtenaustausch

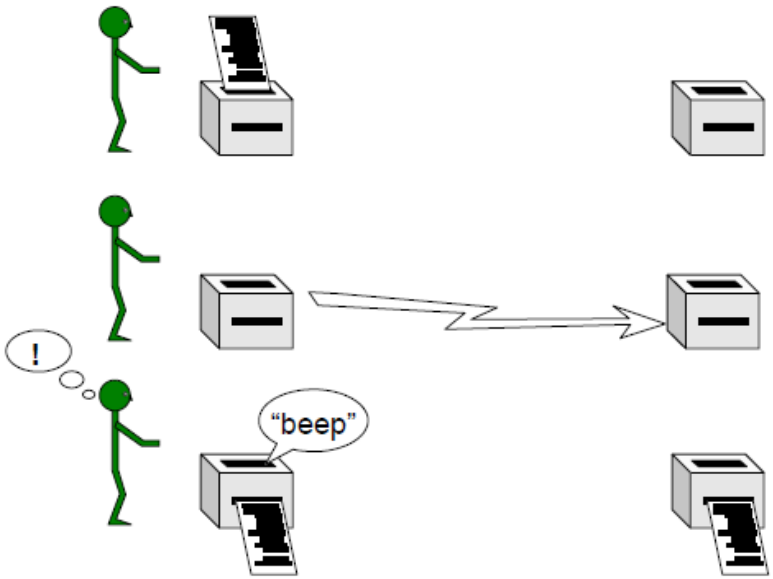
Der MPI Nachrichtenaustausch im Vergleich zum FAX

Für einfachste Art der MPI Kommunikation - Point to Point Communication:

(Wolfgang Baumann ZIB, 2009; Parallel Programming with MPI)

Ein Prozess sendet eine Nachricht zu einem Anderen,

und erhält Information über die ordnungsgemäße Zustellung (!)



MPI Send/Receive Syntax I

MPI_SEND(Message, Count, Datatype, Dest, Tag, Comm, Ierror)

z.B:

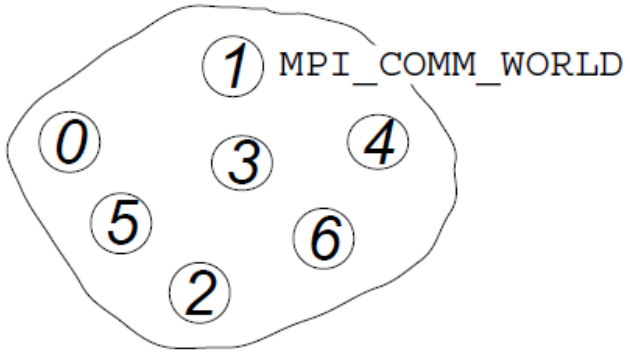
Call MPI_SEND(temp, 1, MPI_Real, dest, tag, MPI_COMM_World, Ierror)

temp	Adresse des Sendepuffers; Real :: temp
1	Count – Anzahl der Elemente im Puffer
MPI_Real	Datentyp des gesendeten Elementes
dest	Angabe des Ranges des Zielprozesses; integer :: dest
tag	Nachrichtenkennung; integer :: tag
MPI_COMM_World	Kommunikator (Gruppe, Kontext)
Ierror	Fehlerstatus; integer :: Ierror

MPI Send/Receive Syntax II

MPI_COMM_World Kommunikator (Gruppe, Kontext)

Der Kommunikator ist eine Variable welche eine Gruppe von Prozessen definiert die miteinander kommunizieren dürfen.



Es gibt einen default Kommunikator

MPI_COMM_WORLD

welcher die Gruppe aller vorhandenen Prozesse (hier 6) automatisch definiert.

In einem Programm können mehrere Kommunikatoren gleichzeitig definiert werden.

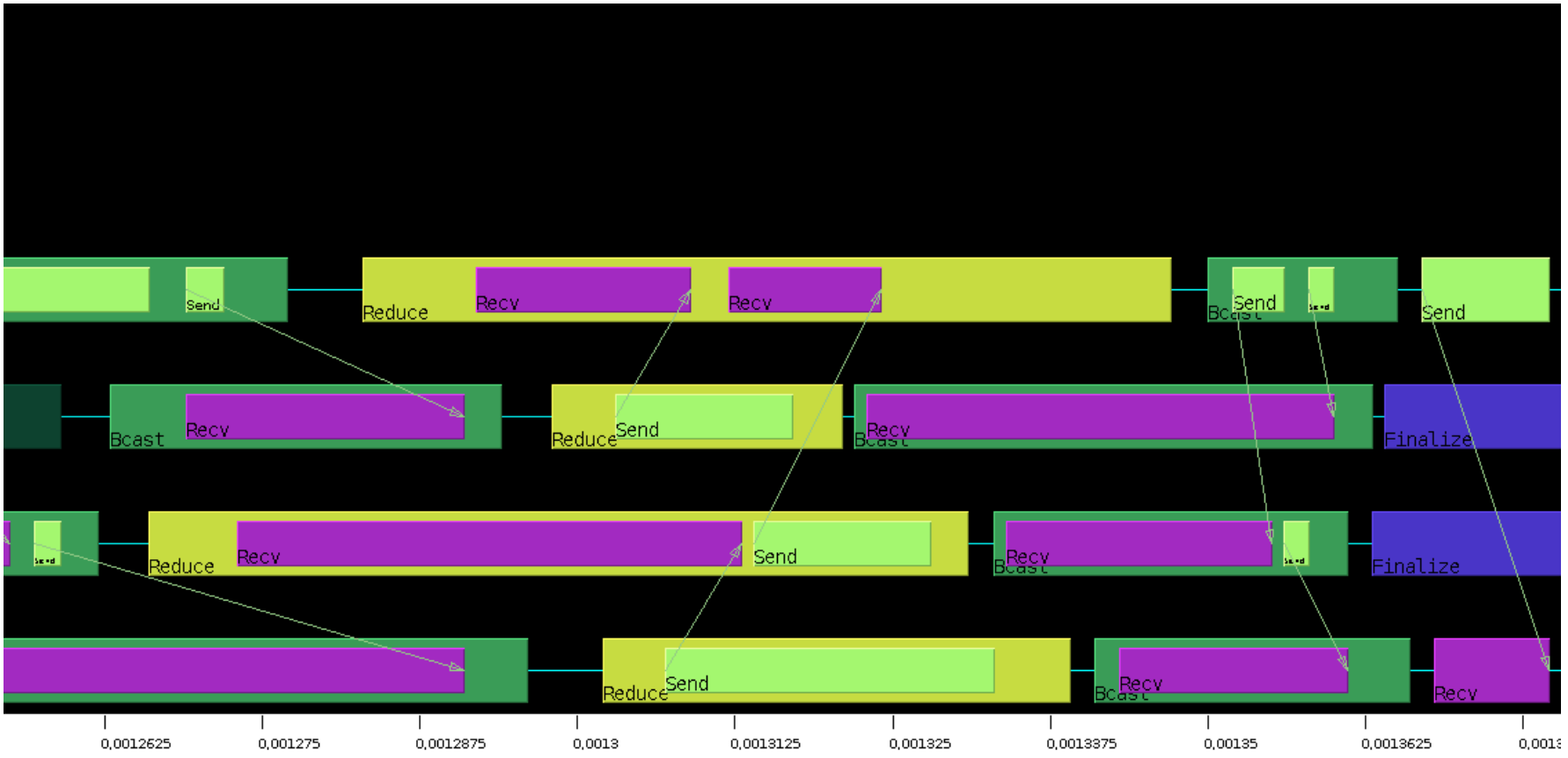
MPI Send/Receive Syntax III

MPI_RECV(Message, Count, Datatype, Source, Tag, Comm, status, Ierror)

Call MPI_RECV(temp, 1, MPI_Real, dest, tag, MPI_COMM_World, status, Ierror)

temp	Adresse des Sendepuffers; Real :: Vector
1	Count – Anzahl der Elemente im Puffer
MPI_Real	Datentyp des gesendeten Elementes
source	Angabe des Ranges des Sendeprozesses; integer :: source
tag	Nachrichtenkennung (Reihenfolge); integer :: tag
MPI_COMM_World	Kommunikator (Gruppe, Kontext)
status	Empfangsstaus der Nachricht (angekommen?); integer status(MPI_STATUS_SIZE)
Ierror	Fehlerstatus; integer :: Ierror

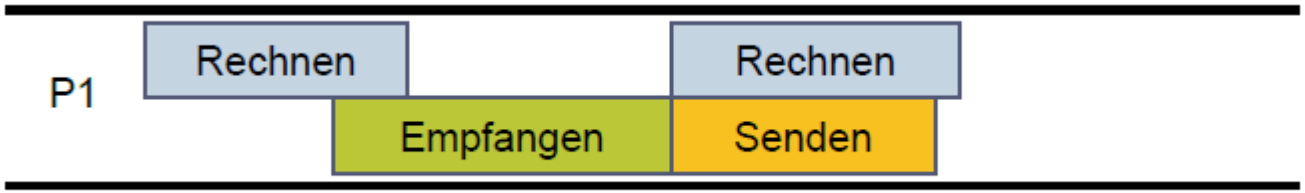
Visualisierung des Programmablaufes mit Sunshot:



Ziel: Optimierung der Kommunikationseffizienz

Möglichst Senden und Empfangen nebenläufig abwickeln

Kombination von Software und Hardware erforderlich.



(nach Ludwig WS12/13)

MPI Umgebungsvariablen I

Für die „Bestückung“ der Send/Receive Aufrufe sowie für allgemeine Infos stehen folgende Befehle zur Verfügung um die MPI Umgebung zu erfragen.

MPI_Comm_size Wieviele Prozesse sind aktiv

MPI_Comm_rank Welchen Rang hat der aktuelle Prozess

MPI Umgebungsvariablen II

```
Program hello
      use mpi
      INTEGER :: ierr, rank, size
         CALL MPI_INIT(ierr)
            CALL MPI_COMM_RANK(MPI_COMM_WORLD,rank,ierr)
            CALL MPI_COMM_SIZE (MPI_COMM_WORLD, size,ierr)
                Print*, ' I am ',rank,' of  ',size
          CALL MPI_FINALIZE(ierr)
End
```

Alle Prozesse starten gleichzeitg!

MPI Programmausführung

Die Ausführung von Program hello erfolgt

mpif90 -o hello hello.f90

mpiexec –n 4 ./hallo

Startet mit 4 Prozessen

Hinweis: $ module load mpich2

$ man mpiexec

Das Kommando module load stellt die MPI Umgebung ein.

Im Programm müssen vorhanden sein

```
INCLUDE 'mpif.h,
      CALL MPI_INIT(ierr)
          ..............
      CALL MPI_FINALIZE(ierr)
```

MPI ist eine Bibliothek!

MPI Programmausführung

Hinweis:

Auf dem cluster muss am Anfang das Kommando

module load mpich2

ausgeführt werden. Dann stehen auch die manpages für MPI zur Verfügung.

man mpiexec

man mpif90

Das Kommando mpif90 verwendet intern einen Fortran Compiler,

der bei der Kompilierung der MPI Bibliothek festgelegt wurde.

Der Aufruf ersetzt daher im Makefile das Kommando f90 oder gfortran.

Danke das wars.