

Aufgabe 1:

- a) Die Simulation gilt als drittes Standbein der Wissenschaft neben Experiment und theoretischen Arbeiten. Beschreiben Sie wo Simulation eingesetzt wird.  
**Weil Probleme mit theoretischen Ansätzen nicht lösbar sind (Navier-Stokes Gleichungen)**  
**Weil Probleme für Experimente zu riskant sind (Atombomben)**  
**Weil Experimente zu teuer oder zeitaufwendig sind (Crash)**  
**Weil Experimente nicht möglich sind (Klima)**
- b) Beschreiben Sie wann und warum bei der Simulation Supercomputer notwendig sind.  
**Dort wo die Rechenleistung sehr hoch ist also sehr komplexe Vorgänge simuliert werden.**
- c) Diskutieren Sie die Frage des Informationsverlustes wenn man von der Realität durch verschiedene Abbildungen zur Computersimulation übergeht.  
**Abbildung der Realität auf ein physikalisches Modell**  
**Abbildung des physikalischen Modells auf ein mathematisches Modell**  
**Abbildung des mathematischen Modells auf ein numerisches Modell**  
**Abbildung der Numerik auf ein Programm**  
**Abbildung des Programms auf die Architektur**  
**Anschließend wird die Simulation durchgeführt. Die Ergebnisse müssen interpretiert werden. In jedem Schritt kommt es zu einer Abbildung bei der Information verloren gehen kann. Es muss also in jedem Schritt geprüft werden ob die Abbildung korrekt ist.**
- d) Diskutieren Sie ausgehend von den Antworten auf die Fragen a) – c) die Vor- und Nachteile der Simulation im Vergleich zum Experiment für die Simulation des Crashes eines Fahrzeugs.  
**Experiment:**  
**Vorteile: Das Experiment ist typischerweise realistischer. Es wird ein konkretes Fahrzeug getestet. Es liegen eine Menge vergleichbarer Daten vor.**  
**Nachteile: Das Experiment ist typischerweise teurer. Es kann auch nicht reproduziert werden. Jede neue Variante erfordert hohen Aufwand.**  
**Simulation:**  
**Vorteile: Simulationen sind wiederholbar. Insbesondere können Varianten leicht simuliert werden. Der Aufwand dafür steigt erhöht die Kosten nur marginal. Die Simulation ist in der Zwischenzeit dank billiger Rechner auch kostengünstig. Vorteilhaft ist auch dass Prototypen lange vor ihrem Bau virtuell getestet werden können und so Entwicklungskosten reduziert werden können.**  
**Nachteile: Die Simulation ist nur ein Abbild der Realität. Sie muss nach wie vor durch Experimente verifiziert werden. Ihre Ergebnisse sind mir mehr Unsicherheit behaftet**

Aufgabe 2:

- a) Herkömmliche Mikroprozessoren leiden an der Langsamkeit des Hauptspeichers. Beschreiben Sie mit zwei Begriffen die Geschwindigkeit des Hauptspeichers und diskutieren Sie die Auswirkungen der beiden Parameter auf die Leistung des Systems.  
**Die Geschwindigkeit des Hauptspeichers wird durch die Bandbreite und die Latenz ausgedrückt. Hohe Latenz reduziert die Leistung ebenso wie niedrige Bandbreite. Anzustreben sind niedrige Latenzen und hohe Bandbreiten.**
- b) Beschreiben Sie wie man versuchen kann das Problem zu umgehen.  
**Das Problem langsamer Speicher lässt sich durch den Einsatz von Caches lösen. Auch durch den Einsatz von Registern. Ein wichtiges Konzept ist das Latency-Hiding bei dem während der Bearbeitung von Daten bereits die nächsten Daten geladen werden. Berechnung und Laden von Daten werden parallel durchgeführt.**
- c) Die beiden unter a) genannten Parameter beschreiben auch die Leistungsfähigkeit anderer Komponenten eines Supercomputers. Welche sind das und wie beeinflussen die beiden Parameter dort die Leistung?

**Internes Netzwerk sowie Plattenspeicher. In beiden Fällen bestimmen Latenz und Bandbreite die Leistung.**

Aufgabe 3:

- a) Sie sollen einen Cluster von PCs programmieren. Welches parallele Programmiermodell entspricht dieser Architektur?  
**Message Passing**
- b) Warum entspricht dieses Programmiermodell der Architektur von Clustern?  
**Weil er von verteilten Hauptspeichern ausgeht und Cluster Systeme mit verteilten Hauptspeichern sind.**
- c) Wie heißt der zum Modell gehörige Programmierstandard?  
**MPI**
- d) Welche grundlegenden Konstrukte hat er?  
**Senden / Empfangen / Prozesse verwalten**

Aufgabe 4:

Sie sollen einen optimalen Supercomputer für Ihre Benutzer beschaffen. Alle drei Benutzer und Programme sind als gleich wichtig anzusehen.

Für die Programme Ihrer Benutzer gelten die folgenden Angaben:

Programm	Parallelisierungsgrad
Programm 1	99,96%
Programm 2	99,95%
Programm 3	99,3 %

Sie erhalten drei Angebote.

Angebot	Prozessorleistung	Anzahl Prozessoren
1	16 GF/s	1024
2	8 GF/s	8096
3	4 GF/s	20000

Sie lassen alle drei Programme auf einem Prozessor laufen und erhalten folgende Informationen über die tatsächliche Leistung des Prozessors für die drei Programme

Programm	Angebot 1	Angebot 2	Angebot 3
Programm1	12 GF/s	4 GF/s	2 GF/s
Programm2	8 GF/s	3 GF/s	1,8 GF/s
Programm3	10 GF/s	4,5 GF/s	2 GF/s

Berechnen Sie, welches System voraussichtlich die höchste Leistung für Ihre Benutzer liefern wird. Treffen Sie eine Kaufentscheidung und begründen Sie diese.

## Berechnung des Speedup und der Leistung:

$$Sp = 1/((1-q)/p)+q)$$

Mit

q ... sequentieller Anteil

p ... Anzahl der Prozessoren

Leistung = Sp\*Einzelprozessorleistung

### Speedup

Programm	Angebot 1	Angebot 2	Angebot 3
Programm1	726,65	1910,34	2222,32
Programm2	677,47	1603,96	1818,26
Programm3	125,47	140,4	141,85

### Leistung

Programm	Angebot 1	Angebot 2	Angebot 3
Programm1	8719,80	7641,36	4444,64
Programm2	5419,76	4811,88	3272,87
Programm3	1254,70	631,80	283,70
Summe	15394,26	13085,04	8001,21
Schnitt	5131,42	4361,68	2667,1