

Implementieren Sie die Matrixmultiplikation,

$$c_{ij} = c_{ij} + \sum_k a_{ik} b_{kj} .$$

Lösen Sie dazu die folgenden drei Aufgaben:

- a) Schreiben Sie ein Programm ohne Kachelung und stellen sie die Anzahl an Fließkommaoperationen pro Sekunde (FLOPS) über der Anzahl an Matriceinträgen  $N$  grafisch dar.
- b) Optimieren Sie das Programm bezüglich Cache-Nutzung durch Kacheln der Schleifen. Schätzen Sie die Größe von L1- und L2-Cache ab. Messen Sie für unterschiedliche Kachellängen  $m$  die entsprechenden FLOPS und stellen sie den Zusammenhang grafisch dar. Vergleichen Sie die Leistung dieses Programms mit dem Programm aus Teil a.
- c) Benutzen Sie für die Matrixmultiplikation die externe BLAS-Routine **DGEMM**. Nehmen Sie wieder FLOPS über  $N$  auf und vergleichen Sie mit Teil a. Vergleichen Sie auch für festes  $N$  mit der Leistung des Programmes aus Teil b bei optimaler Kachelgröße  $m$ .

Verwenden Sie zur Initialisierung der Matrizen  $A, B$  und  $C$  Pseudo-Zufallszahlen. Berechnen Sie das Matrixprodukt in einer Schleife wieder mehrmals hintereinander, um bei der Zeitmessung in die Größenordnung von Sekunden zu kommen. Skalieren Sie ihr Diagramm so, dass man Cache-Effekte sieht. Für den externen Aufruf muß man noch die BLAS-Bibliothek mit dem Compiler-Flag **-lblas** dazulinken und die Funktion namens **dgemv\_** deklarieren.