Aufgabe 1: Grundlegende Cachebegriffe

a) Erklären Sie die in der Vorlesung vorgestellten Lokalitätsbegriffe

b) Erklären Sie die folgenden Begriffe:
Write through, Write back, Write allocate, Write to memory

c) Welche Cache-Arten kennen Sie?
Was bedeuten die Begriffe ***virtueller*** und ***realer*** Cache?

© 2001, Universität Erlangen Nürnberg, Informatik 4
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig

Lösung Aufgabe 1:

a) *Motivation für den Einsatz von Caches (Pufferspeichern, frz.-engl „sicheres Versteck für Gegenstände")*

- Verringerung der Zugriffszeit auf den Hauptspeicher
- Ausnutzung der Referenzlokalität

Lokalität:

- **Zeitliche Lokalität:** ein Speicherort wird in kurzer Zeit wiederholt angesprochen
- **Örtliche Lokalität:** Innerhalb eines kleinen Zeitintervalls werden überwiegend benachbarte oder nahe Speicherorte angesprochen.

Beispiel:

```
for (i=0;i<M;i++)
   for (j=0;j<M;j++)
      for (k=0;k<M;k++)
         c[i][j]=c[i][j] + a[i][k] * b[k][j];
```

Zeitliche Lokalität: Element `c[i][j]`, Schleifenvariablen `i,j,k`, Instruktionen
Örtliche Lokalität: Arrays `a` und `c`

b) *Write-through* und *Write-back* sind Strategien zum Schreiben von Daten, die sich bereits im Cache befinden (*Cache-Hit*).

Bei Write-back wird der Schreibzugriff ausschließlich im Cache ausgeführt und dabei der Inhalt der entsprechenden Cache-Line als "dirty" markiert. Muß eine "dirty" Cache-Line ersetzt werden, so wird zunächst die Cache-Line in den Hauptspeicher zurückgeschrieben, bevor die zu ladenden Daten in den Cache transferiert werden können.

Bei einer Write-through-Strategie werden die Daten sowohl in den Cache als auch in den Hauptspeicher geschrieben. Der Schreibvorgang ist abgeschlossen, wenn die Daten in den Hauptspeicher geschrieben wurden.

Die Strategien *Write-allocate* und *Write-to-memory* werden eingesetzt, wenn die zu schreibenden Daten sich nicht im Cache befinden - der Schreibzugriff also einen *Cache-miss* verursacht.

Bei Write-to-memory wird der Schreibzugriff nur im Hauptspeicher durchgeführt, wobei der Inhalt des Caches sich nicht ändert.
Bei Write-allocate wird zunächst die passende Cache-Line geladen und anschließend ein normaler Schreibzugriff wie bei Cache-Hit durchgeführt.

© 2001, Universität Erlangen Nürnberg, Informatik 4
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig

c) Folgende Cache-Architekturen wurden vorgestellt:

- Direct-mapped Cache
- Two-way-associative Cache
- N-way-associative Cache
- Full-associative Cache

Bei virtuellen Caches werden virtuelle Adressen zur Indexierung innerhalb des Caches verwendet. Bei realen Caches dagegen werden physikalische Adressen eingesetzt, wodurch jeder Cache-Zugriff eine Adressauflösung durch die MMU benötigt.

© 2001, Universität Erlangen Nürnberg, Informatik 4
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig

© 2001, Universität Erlangen Nürnberg, Informatik 4
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig