

## 01. Übungsblatt : Betriebssysteme

**Ausgabe:** Dienstag, 21. Oktober 2025

Dr. rer. nat. Bernhard J. Berger

**Bearbeitungszeitraum:** 21.10. bis 04.11. 2025

**Abgabe:** 05. November 2025

---

Wintersemester 2025/2026

Auf diesem Übungsblatt werden wir uns zunächst noch mit Programmierung im User-Space auseinandersetzen. Konkret werden wir unterschiedliche Arten ausprobieren, um ein Problem parallel zu lösen.

### Aufgabe 1: Schnelle Matrizenmultiplikation

In dem ZIP-Archiv `sequential.zip` befindet sich das Programm `sequential`. Das Programm erzeugt zunächst eine Matrix  $A$  mit den Dimensionen `dimM`  $\times$  `dimN` vom Typ `double` mit `dimM` Zeilen und `dimN` Spalten. Anschließend wird eine Schleife `numMultiplications` mal ausgeführt. In jedem Schleifendurchlauf werden die folgenden Schritte ausgeführt:

1. Eine Matrix  $V$  der Größe `dimN`  $\times$  `dimM` wird mit zufälligen `double` Werten gefüllt.
2. Das Matrixprodukt  $C = A \cdot B$  wird berechnet.

**Die Aufgabe: Parallelisierung mit POSIX-Threads.** Schreiben Sie ein neues Programm `threads`, welches die gleiche Aufgabe wie das Programm `sequential` löst. Hierbei soll jedoch Parallelisierung eingesetzt werden und die Ausführungszeit verglichen werden. Beim Design des Programms `threads` beachten Sie bitte die folgenden Hinweise:

1. Die `main`-Funktion erzeugt die initiale Matrix  $A$ .
2. Die `main`-Funktion führt eine Schleife `numMultiplications` aus und führt in jedem Schleifendurchgang die folgenden Dinge aus:
  - (a) Die Matrix  $B$  wird mit zufälligen Werten gefüllt.
  - (b) Eine neue Implementierung der Funktion `multiplyAB()` wird aufgerufen. Diese Funktion aktiviert  $k$  Threads mit den logischen IDs 0 bis  $(k - 1)$ .
  - (c) Thread  $i$ ,  $i = 0, \dots, k - 1$  berechnet die Reihen  $i + j \cdot k$ ,  $j = 0, 1, \dots$  der Matrix  $C = A \cdot B$ .

**Die Auswertung:** Vergleicht die Ausführungszeit von `sequential` mit der Ausführungszeit von `threads` für unterschiedliche Werte für  $k$ . Stellen Sie die Ausführungszeiten grafisch gegenüber und geben Sie eine Erklärung für das optimale  $k$ .

#### Hinweise:

- Um das Programm besser zu testen ist es sinnvoll die Matrizengröße zu verkleinern und die Zufallszahlen durch feste Werte auszutauschen.
- Eine Hilfsfunktion zum Ausgeben der Matrizen  $A$ ,  $B$  und  $C$  vereinfacht die Fehlersuche.

## Aufgabe 2: Schnelle Matrizenmultiplikation 2

**Die Aufgabe: Parallelisierung mit User Threads.** Implementieren Sie das Programm `user`, welches das Problem aus Aufgabe 1 mit User Threads löst.

**Evaluation:** Vergleicht die Ausführungszeit aller Lösungen für unterschiedliche Werte für  $k$  und stellen Sie die Ausführungszeiten gegenüber. Visualisieren Sie auch hier die Ergebnisse.