Threading

Ingo Köster

Diplom Informatiker (FH)

Sequentielle Verarbeitung

- Wird ein Programm gestartet, werden alle enthaltenen Befehle sequentiell abgearbeitet
  - Inklusive Sprünge durch Verzweigungen und Schleifen

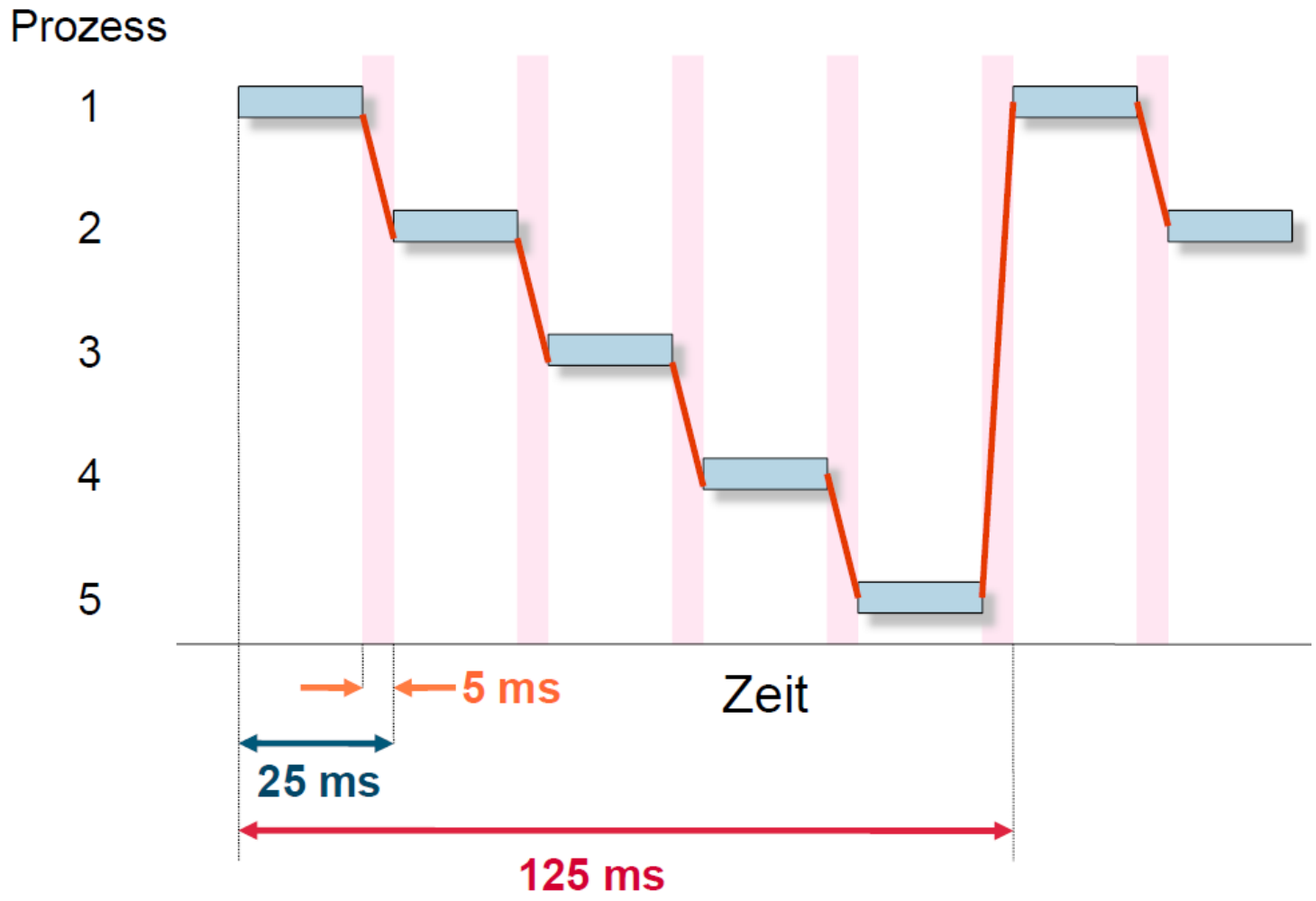
- D.h. dauert die Ausführung eines einzelnen Befehls oder z.B. einer Schleife sehr lange, kann die Anwendung in dieser Zeit keine weiteren Befehle abarbeiten

- Eine parallele (gleichzeitige) Verarbeitung innerhalb eines Programms findet nicht statt

Multitasking

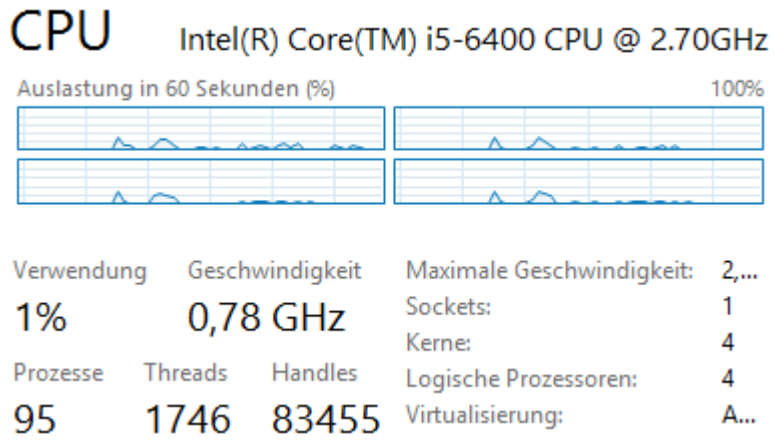
- Ein Multitasking-Betriebssystem kann mehrere Anwendungen bzw. Prozesse parallel laufen lassen
- Auch bei nur einem Prozessor können mehrere Anwendungen parallel ausgeführt werden, allerdings „fühlt“ sich das nur für den Benutzer so an
- Das Betriebssystem teilt die Rechenzeit einer CPU in sogenannte Zeitscheiben bzw. Zeitfenster auf
- Der Prozessor kann in einer Sekunde z.B. 20 Millisekunden (ms) für Prozess 1 einteilen, 20 ms für Prozess 2, 20 ms für Prozess 3, dann wieder Prozess 1, usw.

Zeitscheiben bzw. Round-Robin



Mehrprozessor- bzw. Mehrkernsystem

› Hat ein System mehr als einen Prozessor, können mehrere Prozesse gleichzeitig ausgeführt werden



› Die zur Verfügung stehende Zeit pro Prozessor wird nicht mehr aufteilt sondern steht einem Prozess komplett zur Verfügung

› Eine einzelne Anwendung kann nicht ohne weiteres mehr als einen Prozessor verwenden

Parallelverarbeitung und Multitasking in Prozessen

- Wird ein System mit mehreren Prozessoren verwendet, ist die Verwendung dieser für die Abarbeitung von Befehlen einer Anwendung wünschenswert

- Auch schon bei einem Prozessor wäre es wünschenswert die Abarbeitung eines Code-Teils pausieren bzw. unterbrechen zu können, um andere Aufgaben der Anwendung auszuführen
  - Beispiel: Bei Ausführung einer intensiven Berechnung weiterhin auf den Abbruchwunsch eines Benutzers reagieren zu können

- Als Lösungsstrategie könnte Threading verwendet werden

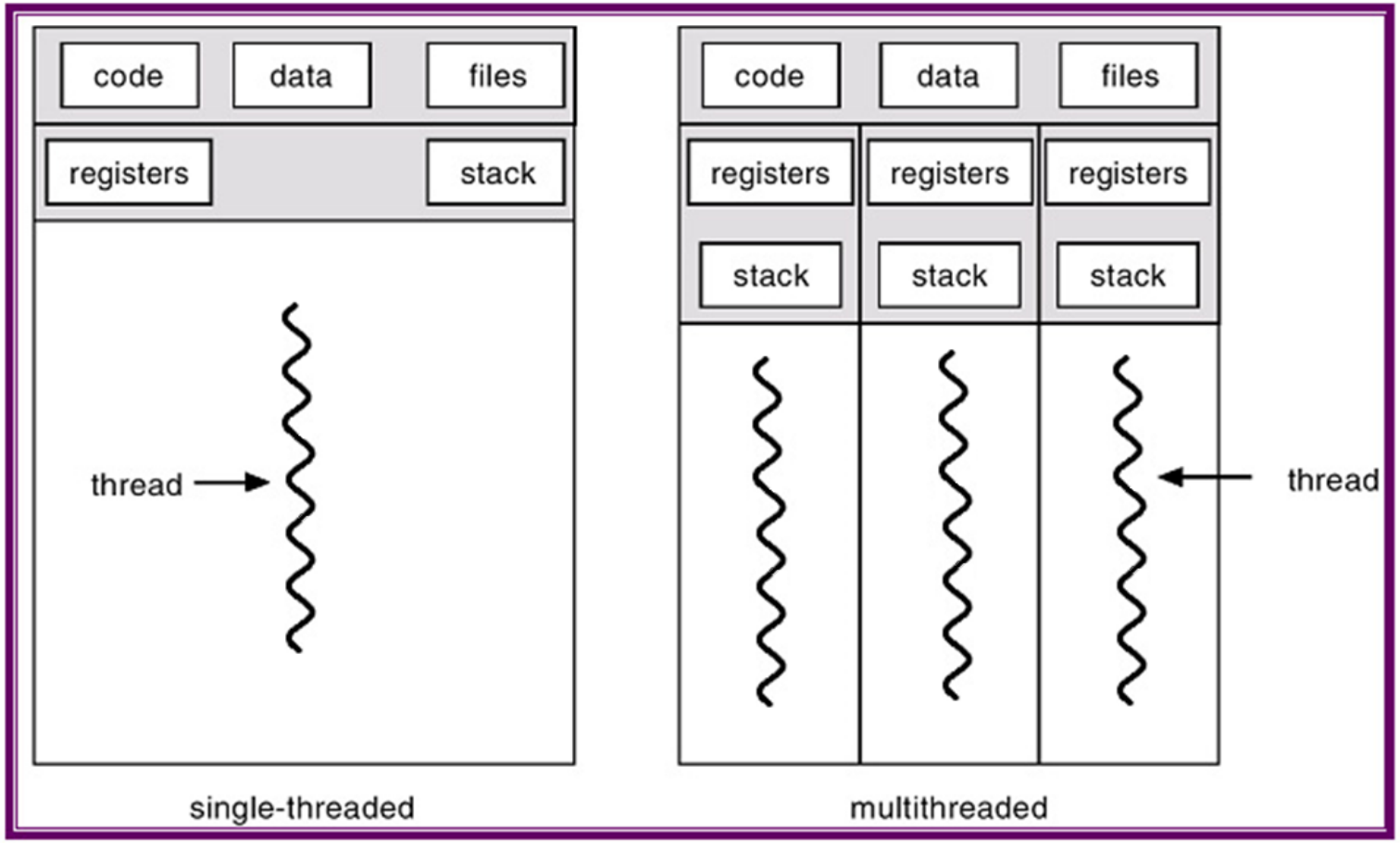
Thread

- Aus dem englischen „Faden“ oder „Strang“
- Ein Thread ist Teil eines Prozesses
- Wird auch als leichtgewichtiger Prozess bezeichnet
- Ist ein Ausführungsstrang bzw. Ausführungsreihenfolge in der Abarbeitung eines Programms
- Threads werden durch das Betriebssystem gesteuert

Möglichkeiten von Threads

› Bedeutet dass es innerhalb einer Anwendung verschiedene Code-Abschnitte gibt, zwischen welchen gewechselt werden kann oder welche parallel ausgeführt werden können

Singlethreaded vs. Multithreaded



Threading

- Ziele bei der Verwendung von Threads:
  - Parallele Verarbeitung von mehr als einem Befehl
  - Möglichkeit zwischen der Ausführung unterschiedlicher Codeteile wechseln zu können

- Eine Anwendung reagiert weiterhin auf Nutzerinteraktion obwohl ein Teil der Anwendung lange zur Ausführung dauert

- Eine Anwendung kann durch nebenläufige Ausführung eine Aufgabe ggf. schneller verarbeiten
  - Das ist jedoch kein Muss und auch nicht immer möglich!

Begriffe

- Nebenläufigkeit
  - Zwei oder mehr Befehle werden zur gleichen Zeit abgearbeitet

- Asynchrone Verarbeitung
  - Die Abarbeitung eines Befehls kann unterbrochen werden, um einen anderen zu verarbeiten
  - Die Verarbeitung des ersten Befehls wird anschließend fortgesetzt
  - Dies kann nebenläufig erfolgen, muss es aber nicht!!!

Vorteil von asynchroner Verarbeitung

› Werden z.B. große Datenmengen (z.B. Dateien) verarbeitet kann durch asynchrone Verarbeitung sichergestellt werden, dass die Anwendung auch beim Einlesen der Dateien weiterhin reagiert

› Erlaubt es z.B. eine Fortschrittsanzeige darzustellen

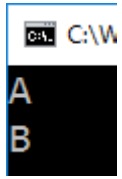
Nachteile von asynchroner Verarbeitung

- Nicht jede Aufgabe ist (sinnvoll) parallelisierbar
- Asynchrone bzw. parallele Verarbeitung ist immer mit gesondertem Aufwand verbunden und daher z.B. für sehr kleine Aufgaben nicht geeignet
- Parallelverarbeitung kann ggf. sehr aufwändig werden und Fehler verursachen, welche unter Umständen nur sehr schwer zu finden sind

Determinismus

- Bei einem deterministischen Algorithmus treten nur reproduzierbare Zustände auf
- Bei gleicher Eingabe folgt auch immer die gleiche Ausgabe
- Alle Zwischenergebnisse innerhalb des Algorithmus sind immer gleich
- Die beiden Anweisungen führen immer zur gleichen Ausgabe

```
Console.WriteLine("A");
Console.WriteLine("B");
```

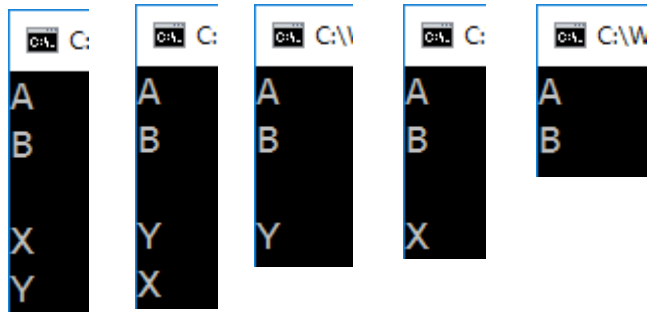


Kein Determinismus mit Threads

› Werden Threads verwendet, kann nicht vorhergesagt werden in welcher Reihenfolge die Threads gestartet und abgearbeitet werden

› Die Ausgabe des Programms mit zwei Threads wird oft gleich aussehen, dies kann jedoch nicht garantiert werden!!!

```
Console.WriteLine("A");
Console.WriteLine("B");

Console.WriteLine();

Task.Run(() => Console.WriteLine("X"));
Task.Run(() => Console.WriteLine("Y"));
```



Gemeinsamer Zugriff auf Variablen aus Threads

› Threads können Daten (z.B. Variablen) gemeinsam nutzen

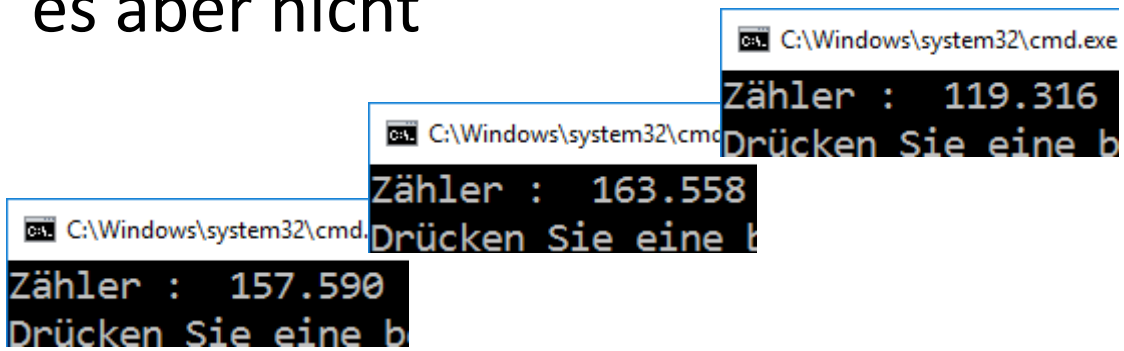
› Die gemeinsame Nutzung von Daten birgt jedoch einige Gefahren

› Bedingt durch Hardware (CPUs, Speicher, Caches, Bus-Systeme) und das Betriebssystem

Gemeinsame Nutzung eines Zählers

```
private static int zähler;

0 Verweise
private static void Main(string[] args)
{
    Task task1 = Task.Run(ThreadMethod);
    Task task2 = Task.Run(ThreadMethod);

    Task.WaitAll(task1, task2);

    Console.WriteLine("Zähler : {0,8:N0}", zähler);
}

2 Verweise
private static void ThreadMethod()
{
    for (int i = 0; i < 100_000; i++)
    {
        zähler++;
    }
}
```

- Die Variable `zähler` wird von beiden Threads verwendet
- Jeder Thread erhört die Variable 100.000-mal
- Bei zwei Threads wird ein Ergebnis von 200.000 erwartet
- Dies kann ggf. auch eintreten, muss es aber nicht



Threadsicherheit

- Ein Objekt, das auch dann in einem gültigen Zustand bleibt, wenn mehrere Threads gleichzeitig auf dieselbe Ressource zugreifen

- Bedeutet, dass mehrere Threads gleichzeitig dieselbe Methode desselben Objekts aufrufen können, ohne dass es zu Konflikten kommt

- Auskunft über Threadsicherheit der Klassen und Methoden von .NET sind in der MSDN zu finden

Threadsicherheit

- Um eine threadsichere Nutzung von gemeinsamen Ressourcen sicherzustellen ist oft viel Aufwand notwendig
- Frameworks wie .NET stellen Entwicklern eine Vielzahl von Hilfsmitteln in Form von Klassen und Methoden zur Verfügung
  - Mutex, Semaphore, kritische Bereiche, usw.
- Die Verwendung der Klassen für eine threadsichere Anwendung ist ggf. nicht trivial und zeitaufwendig
  - Im schlimmsten Fall ist die vermeintliche parallele Anwendung langsamer als die serielle
- Werden die Klassen zur Synchronisierung nicht ordnungsgemäß verwendet, kann es zu sog. Deadlocks kommen und die Anwendung reagiert nicht mehr