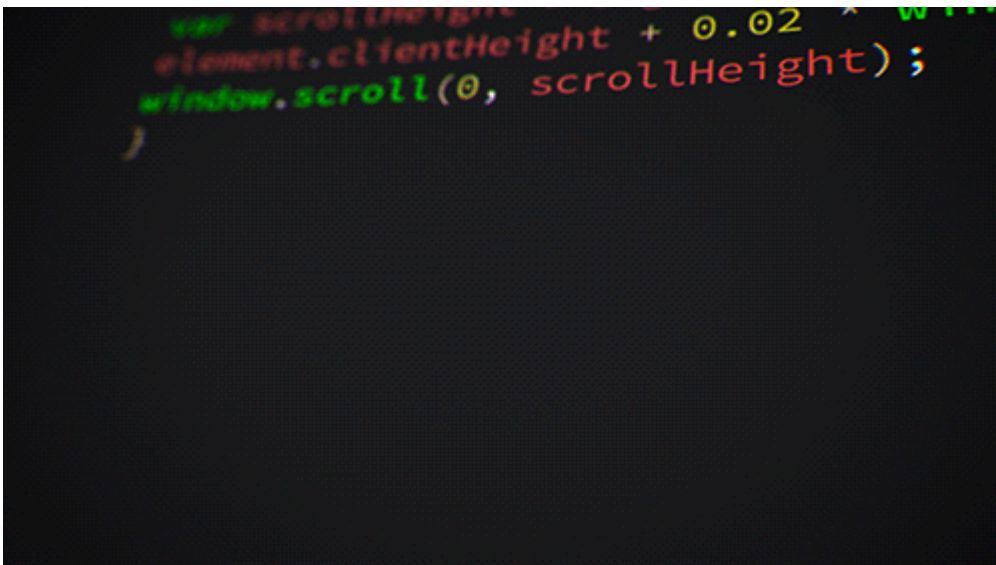


Tasks

Parameter	Kursinformationen
Veranstaltung:	Vorlesung Softwareentwicklung
Teil:	24/27
Semester	Sommersemester 2023
Hochschule:	Technische Universität Freiberg
Inhalte:	Logging in Software, Konfiguration eines Programmweiten Loggingsystems, weiterführenden Abstraktionen für Multithreading, Task Modell in C#, asynchrone Methoden
Link auf den GitHub:	https://github.com/TUBAF-lf-LiaScript/VL_Softwareentwicklung/blob/master/24_Tasks.md
Autoren	Sebastian Zug, Galina Rudolf & André Dietrich



Frage

Wie befüllen mehrere Threads ein Array oder eine Liste?

ThreasList.cs

```
1 public class Program
2 {
3     static Random rnd = new Random();
4     private static List<int> list = new List<int>();
5     private static object lockObject = new object();
6     public static void AddToList()
7     {
8         lock (lockObject)
9         {
10            list.Add(rnd.Next(10));
11        }
12    }
13    public static void Main()
14    {
15        int numThreads = 5;
16
17        Thread[] threads = new Thread[numThreads];
18        for (int i = 0; i < numThreads; i++)
19        {
20            threads[i] = new Thread(AddToList);
21            threads[i].Start();
22        }
23
24        foreach (Thread thread in threads)
25        {
26            thread.Join();
27        }
28
29        Console.WriteLine("Liste:");
30        foreach (int num in list)
31        {
32            Console.WriteLine(num);
33        }
34    }
35 }
```

Logging

Wie arbeiten wir bisher in Bezug auf Textausgaben?

ImplicitConstructorCall

```
1 using System;
2 using System.Reflection;
3 using System.ComponentModel.Design;
4
5 public class Person {
6     public int geburtsjahr;
7     public string name;
8
9     public Person(){
10         geburtsjahr = 1984;
11         name = "Orwell";
12         Console.WriteLine("ctor of Person");
13     }
14
15     public Person(int auswahl){
16         if (auswahl == 1) {name = "Micky Maus";}
17         else {name = "Donald Duck";}
18     }
19 }
20
21 public class Fußballspieler : Person {
22     public byte rückennummer;
23 }
24
25 public class Program
26 {
27     public static void Main(string[] args){
28         Fußballspieler champ = new Fußballspieler();
29         Console.WriteLine("{0,4} - {1}", champ.geburtsjahr, champ.name );
30     }
31 }
```

Dieses Vorgehen kann auf Dauer ziemlich nerven ...

Lösung: Verwenden Sie ein Logging Framework, z.B. NLog - ein Logging-Framework für .NET-Anwendungen!

NLog:

- ermöglicht das Protokollieren von Informationen, Warnungen, Fehlern und anderen Ereignissen,
- unterstützt Datei-Logging, Datenbank-Logging, E-Mail-Logging, Konsolen-Logging und mehr

nlog.config:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
```

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<nlog xmlns="http://www.nlog-project.org/schemas/NLog.xsd"
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">

  <targets>
    <target name="logfile" xsi:type="File" fileName="file.txt" />
    <target name="logconsole" xsi:type="Console" />
  </targets>

  <rules>
    <logger name="*" minlevel="Info" writeTo="logconsole" />
    <logger name="*" minlevel="Debug" writeTo="logfile" />
  </rules>
</nlog>

```

```

using NLog;

public class Program
{
    private static Logger logger = LogManager.GetCurrentClassLogger();

    public static void Main()
    {
        logger.Info("Anwendung gestartet");
        // ... Weitere Anwendungslogik ...
        logger.Error("Ein Fehler ist aufgetreten");
        // ... Weitere Anwendungslogik ...
        logger.Info("Anwendung beendet");
    }
}

```

- <https://github.com/NLog>
- <https://riptutorial.com/nlog>

Tasks

Die prozedurale/objektorientierte Programmierung basiert auf der Idee, dass ausgehend von einem Hauptprogramm Methoden aufgerufen werden, deren Abarbeitung realisiert wird und danach zum Hauptprogramm zurückgekehrt wird.

SynchronOperation.cs

```
1 using System;
2 using System.Threading;
3
4 class Program
5 {
6     public static void TransmitsMessage(string output){
7         Thread.Sleep(1);
8         Console.WriteLine(output);
9     }
10
11     public static void Main(string[] args){
12         TransmitsMessage("Here we are");
13         TransmitsMessage("Best wishes from Freiberg");
14         TransmitsMessage("Nice to meet you");
15     }
16 }
```

An dieser Stelle spricht man von **synchronen** Methodenaufrufen. Das Hauptprogramm (Rufer oder Caller) stoppt, wartet auf den Abschluss des aufgerufenen Programms und setzt seine Bearbeitung erst dann fort. Das blockierende Verhalten des Rufers generiert aber einen entscheidenden Nachteil - eine fehlende Reaktionsfähigkeit für die Zeit, in der die aufgerufene Methode zum Beispiel eine Netzwerkverbindung aufbaut, Daten speichert oder Berechnungen realisiert.

Der Rufer könnte in dieser Zeit auch andere Arbeiten umsetzen. Dafür muss er aber nach dem Methodenaufruf die Kontrolle zurück bekommen und kann dann weiterarbeiten.

Ein Beispiel aus der "Praxis" - Vorbereitung eines Frühstücks:

1. Schenken Sie sich eine Tasse Kaffee ein.
2. Erhitzen Sie eine Pfanne, und braten Sie darin zwei Eier.
3. Braten Sie drei Scheiben Frühstücksspeck.
4. Toasten Sie zwei Scheiben Brot.
5. Bestreichen Sie das getoastete Brot mit Butter und Marmelade.
6. Schenken Sie sich ein Glas Orangensaft ein.

Das anschauliche Beispiel entstammt der Microsoft Dokumentation und ist unter <https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/async/> zu finden.

Eine Lösung für diesen Ansatz könnten Threads bieten.

AsynchronousBehaviour

```
1 using System;
2 using System.Threading;
3
4 class Program {
5     static public int[] Result = { 0, 0, 0};
6     static Random rnd = new Random();
7
8     public static void TransmitsMessage(object index){
9         Console.WriteLine("Thread {0} started!", Thread.CurrentThread
            .ManagedThreadId);
10        // doing some fancy things here
11        int delay = rnd.Next(200, 500);
12        Thread.Sleep(delay); // arbitrary duration
13        Result[(int)index]= delay;
14        Console.WriteLine("\nThread {0} says Hello", Thread.CurrentThread
            .ManagedThreadId);
15    }
16
17    public static void Main(string[] args){
18        Thread ThreadA = new Thread (TransmitsMessage);
19        ThreadA.Start(0);
20        Thread ThreadB = new Thread (TransmitsMessage);
21        ThreadB.Start(1);
22        Thread ThreadC = new Thread (TransmitsMessage);
23        ThreadC.Start(2);
24        for (int i = 0; i<50; i++){
25            Console.Write("*");
26            Thread.Sleep(1);
27        }
28        Console.WriteLine();
29        Console.WriteLine("Well done, so far!");
30        ThreadA.Join();
31        ThreadB.Join();
32        ThreadC.Join();
33        Console.WriteLine("Aus die Maus!");
34        foreach(int i in Result){
35            Console.Write("{0} ", i);
36        }
37    }
38 }
```

Welche Nachteile sehen Sie in dieser Lösung?

Task Modell in C#

C# stellt für die asynchrone Programmierung die neuen Typen `Task` und `Task<TResult>` und die Schlüsselwörter `await` und `async` zur Verfügung. Diese sind zentrale Komponenten von den aufgabenbasierten asynchronen Muster (TAP - Task based Asynchronous Pattern), die in .NET Framework 4 eingeführt wurden.

Die `Task`-Klasse bildet einen Vorgang zur Lösung einer einzelnen Aufgabe ab, der keinen Wert zurück gibt und (in der Regel) asynchron ausgeführt wird. Ein `Task`-Objekt übernimmt eine Aufgabe, die asynchron auf einem Threadpool-Thread anstatt synchron auf dem Hauptanwendungsthread ausgeführt wird. Zum Überwachen des Bearbeitungsstatus stehen die Status-Eigenschaften des Threads und die Eigenschaften der Klasse `Task` zur Verfügung: `IsCanceled`, `IsCompleted`, und `IsFaulted`.

TaskClasses

```
public class Task{
    public Task (Action a);
    public TaskStatus Status {get;}
    public bool IsCompleted {get;}
    public static Task Run(Action a);
    public static Task Delay(int n);
    public void Wait();
    ...
}
```

Instanziierung und Ausführung von Tasks:

Die Instanziierung erfolgt über einen Konstruktor, die Ausführung wird durch den Aufruf der Methode `Start` veranlasst:

```
Task task = new Task(() => {... Anweisungsblock ...});
task.Start();
```

Hierbei wird deutlich, dass das `Task`-Objekt auf einem `Thread` aufbaut und lediglich eine höhere Abstraktionsstufe darstellt.

Der verkürzte Aufruf mittels der statischen `Run`-Methode realisiert das gleiche Verhalten:

```
Task task = Task.Run(() => {... Anweisungsblock ...});
```

An den Konstruktor und die `Run`-Methode können `Action`-Delegate übergeben werden, die den auszuführenden Code beinhalten. In den meisten Fällen wird zur Spezifikation der Aufgabe ein Lambda-Ausdruck verwendet. Der Konstruktor wird nur in erweiterten Szenarien verwendet, wo es erforderlich ist, die Instanziierung und der Start zu trennen.

Die generische Klasse `Task<T>` bildet ebenfalls einen Vorgang zur Lösung einer einzelnen Aufgabe ab, gibt aber im Unterschied zu der nicht generischen `Task`-Klasse einen Wert zurück. Die Konstruktoren und die `Run`-Methode der Klasse bekommen einen `Func`-Delegat bzw. einen als Lambda-Ausdruck formulierten Code übergeben, der einen Rückgabewert liefert.

TaskClasses

```
public class Task<T>: Task{
    public Task (Func<T> f);
    ...
    public static Task<T> Run (Func <T> f);
    ...
}
```

Über Property `IsCompleted` kann der laufende Task aus dem Main-Thread überwacht werden. Um für die Durchführung einer einzelnen Aufgabe zu warten, rufen Sie die `Task.Wait` Methode auf. Ein Aufruf der Wait-Methode blockiert den aufrufenden Thread, bis die Instanz der Klasse die Ausführung abgeschlossen hat.

TaskDefinition1

```
1 // Motiviert aus
2 // https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/api/system.threading.tasks
  ?view=netframework-4.8
3 using System;
4 using System.Threading.Tasks;
5 using System.Threading;
6
7 public class Example
8 {
9     public static void doSomething(){
10         Console.WriteLine("Say hello!");
11     }
12
13     public static void Main()
14     {
15         Action<object> action = (object obj) =>
16         {
17             Console.WriteLine("Task={0}, obj={1}, Thre
18                 ={2}",
19                 Task.CurrentId, obj,
20                 Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
21         };
22
23         // Create a task but do not start it.
24         Task t1 = new Task(action, "alpha");
25         t1.Start();
26         Console.WriteLine("t1 has been launched. (Main Thread={0})",
27             Thread.CurrentThread.ManagedThreadId)
28
29         // Nur der Vollständigkeit halber ...
30         Task t2 = new Task(doSomething);
31         t2.Start();
32         Console.WriteLine("t2 has been launched. (Main Thread={0})",
33             Thread.CurrentThread.ManagedThreadId)
34
35         Task t3 = Task.Run( () => {
36             // Just loop.
37             int ctr = 0;
38             for (ctr = 0; ctr <= 1000000; ctr++)
39                 {}
40             Console.WriteLine("Finished {0} loop iteratio
41                 ctr);
42         } );
43         t3.Wait();
44     }
45 }
```

```
t1 has been launched. (Main Thread=1)
Task=1, obj=alpha, Thread=4
Say hello!
t2 has been launched. (Main Thread=1)
Finished 1000001 loop iterations
```

`Wait` ermöglicht auch die Beschränkung der Wartezeit auf ein bestimmtes Zeitintervall. Die `Wait(Int32)` und `Wait(TimeSpan)` Methoden blockiert den aufrufenden Thread, bis die Aufgabe abgeschlossen oder ein Timeoutintervall abgelaufen ist, je nach dem welcher Fall zuerst eintritt.

WaitForNTimeSlots

```
1 using System;
2 using System.Threading;
3 using System.Threading.Tasks;
4
5 class Program {
6     public static void Main(string[] args){
7         // Wait on a single task with a timeout specified.
8         Task taskA = Task.Run( () => Thread.Sleep(2000));
9         //Task taskX = Task.Run(() => { throw new IndexOutOfRangeException(
10             );
11         //Task taskY = Task.Run(() => { throw new FormatException(); } );
12         try {
13             taskA.Wait(1000);          // Wait for 1 second.
14             bool completed = taskA.IsCompleted;
15             Console.WriteLine("Task A completed: {0}, Status: {1}",
16                 completed, taskA.Status);
17             if (! completed)
18                 Console.WriteLine("Timed out before task A completed.");
19             //taskX.Wait();
20             //taskY.Wait();
21         }
22         catch (AggregateException) {
23             Console.WriteLine("Exception in taskA.");
24         }
25     }
26 }
```

```
Task A completed: False, Status: Running
Timed out before task A completed.
```

Für komplexe Taskstrukturen kann man diese zum Beispiel in Arrays arrangieren. Für diese Reihe von Aufgaben jeweils durch Aufrufen der `Wait` Methode zu warten wäre aufwändig und wenig praktisch. `WaitAll` schließt diese Lücke und erlaubt eine übergreifende Überwachung.

Das folgenden Beispiel werden zehn Aufgaben erstellt, die wartet, bis alle zehn abgeschlossen werden, und klicken Sie dann ihren Status angezeigt.

WaitForAll

```
1 using System;
2 using System.Threading;
3 using System.Threading.Tasks;
4
5 class Program {
6     public static void Main(string[] args){
7         // Wait for all tasks to complete.
8         Task[] tasks = new Task[10];
9         for (int i = 0; i < 10; i++)
10        {
11            tasks[i] = Task.Run(() => Thread.Sleep(2000));
12        }
13
14        try {
15            Task.WaitAll(tasks);
16        }
17        catch (AggregateException ae) {
18            Console.WriteLine("One or more exceptions occurred: ");
19            foreach (var ex in ae.Flatten().InnerExceptions)
20                Console.WriteLine("    {0}", ex.Message);
21        }
22        Console.WriteLine("Status of completed tasks:");
23        foreach (var t in tasks)
24            Console.WriteLine("    Task #{0}: {1}", t.Id, t.Status);
25    }
26 }
```

```
Status of completed tasks:
Task #1: RanToCompletion
Task #2: RanToCompletion
Task #3: RanToCompletion
Task #4: RanToCompletion
Task #5: RanToCompletion
Task #6: RanToCompletion
Task #7: RanToCompletion
Task #8: RanToCompletion
Task #9: RanToCompletion
Task #10: RanToCompletion
```

Der Kanon der Möglichkeiten wird durch die Klasse `Task<TResult>` deutlich erweitert. Anstatt die Ergebnisse wie bei Threads in eine "außen stehende" Variable (z.B. Datenfeld der einer Klasse) zu speichern, wird das Ergebnis im `Task`-Objekt selbst gespeichert und kann dann über die Eigenschaft `Result`

abgerufen werden.

TaskWithReturn

```
Task<int> task = Task.Run(() => {int i;  
                                //... Anweisungsblock ...;  
                                return i;});  
Console.WriteLine("Finished ith result {0}", task.Result);
```

Wie ist dieser Aufruf zu verstehen? Unser Task gibt anders als bei der synchronen Abarbeitung nicht unmittelbar mit dem Ende der Bearbeitung einen Wert zurück, sondern verspricht zu einem späteren Zeitpunkt einen Wert in einem bestimmten Format zu liefern. Dank der generischen Realisierung können dies beliebige Objekte sein.

Wie aber erfolgt die Rückgabe und wann?

Asynchrone Methoden

Das Kernstück der asynchronen Programmierung mit TAP (task based asynchronous pattern) sind die Schlüsselwörter `async` und `await`. "async" wird verwendet, um eine Methode zu markieren, die asynchronen Code enthält, "await" wird verwendet, um auf das Ergebnis einer asynchronen Operation zu warten, ohne den Aufrufer zu blockieren.

```
using System;  
using System.Net.Http;  
using System.Threading.Tasks;  
  
public class Program  
{  
    public static async Task Main()  
    {  
        Console.WriteLine("Beispiel mit Download");  
        int n=await DownloadFileAsync();  
        Console.WriteLine(n);  
        Console.WriteLine("Download abgeschlossen!");  
    }  
  
    public static async Task<int> DownloadFileAsync()  
    {  
        using (var httpClient = new HttpClient())  
        {  
            Console.WriteLine("Starte den Download...");  
            var url = "https://github.com/TUBAF-IfI-LiaScript  
                /VL_Softwareentwicklung/blob/master/24_Tasks.md";  
            var response = await httpClient.GetAsync(url);  
            var content = await response.Content.ReadAsStringAsync();  
            //Console.WriteLine("Datei heruntergeladen: " + content);  
            return content.Length;  
        }  
    }  
}
```

```
}  
}
```

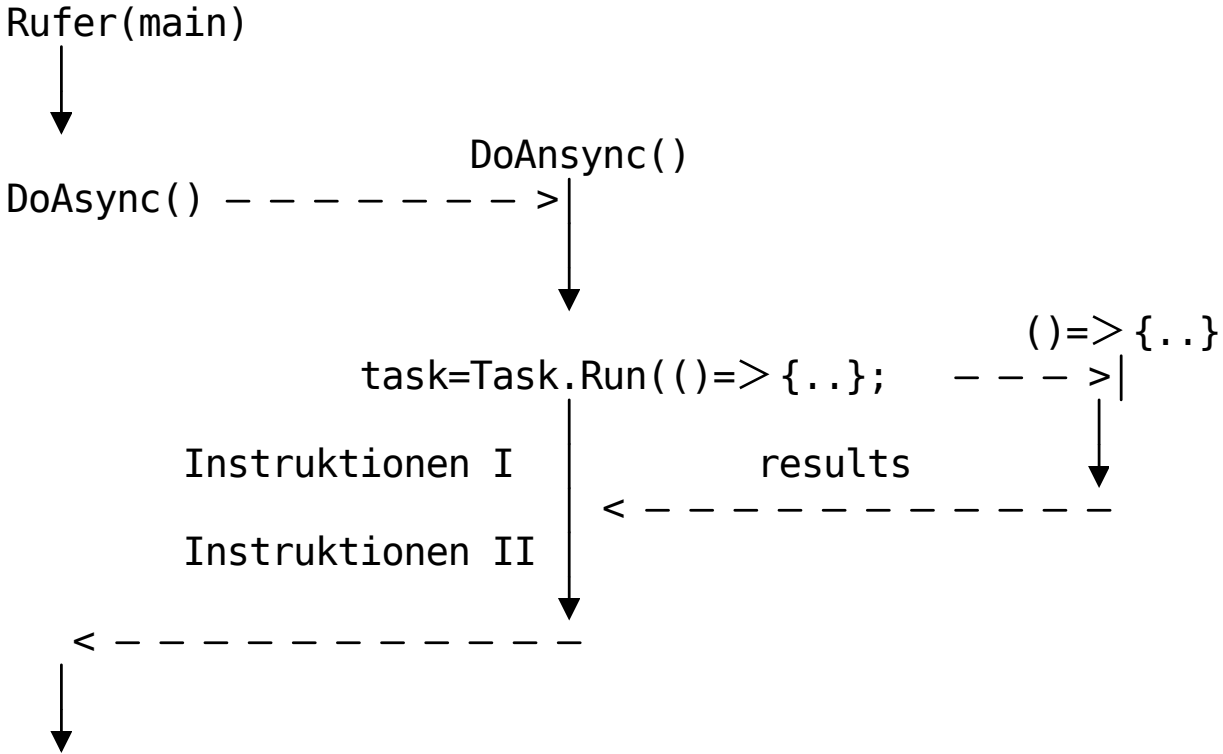
Die Initiierung und der Abschluss eines asynchronen Vorgangs wird in TAP in einer Methode realisiert, die das `async`-Suffix hat und dadurch eine `await`-Anweisung enthalten darf, wenn sie Awaitable-Typen zurückgibt, wie z. B. `Task` oder `Task<TResult>`.

Eine asynchrone Methode ruft einen `Task` auf, setzt die eigene Bearbeitung aber fort und wartet auf dessen Beendigung.

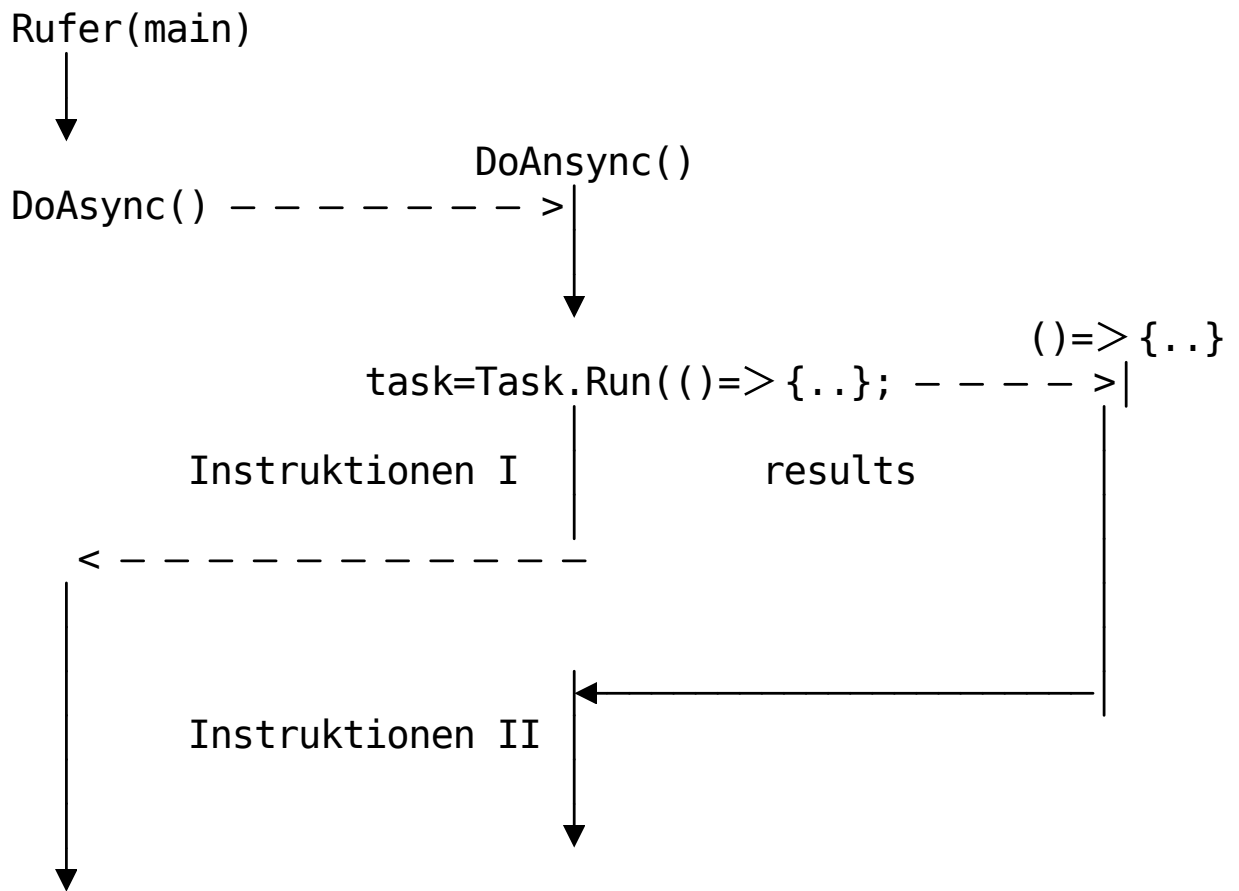
```
async void DoAsync(){  
    Task<int> task = Task.Run(() => {int i;  
                                   // Berechnungen  
                                   return i;});  
    // Instruktionen I  
    // Methoden, die unabhängig von task ausgeführt werden  
    int result = await task;  
    // Instruktionen II  
    // Hier wird nun mit dem Ergebnis result weitergearbeitet  
}
```

Das Ergebnis der Operation hängt dabei davon ab, welche Zeitabläufe sich im Programmablauf ergeben.

Fall I Das Ergebnis der Lambdafunktion liegt vor, bevor `DoAsync` die Zeile mit `await` erreicht hat (Quasi-Synchroner Fall)



Fall II Das Ergebnis der Lambdafunktion liegt erst später, nachdem DoAsync die Zeile mit await erreicht hat. Die Methode pausiert an der Stelle des await-Ausdrucks und wartet darauf, dass der Task abgeschlossen wird. Während dieser Wartezeit wird der Thread, auf dem DoAsync() ausgeführt wird, nicht blockiert, sondern steht für andere Aufgaben zur Verfügung.



Zwei sehr anschauliche Beispiele finden sich im Code Ordner des Projekts.

Beispiel	Bemerkung
AsyncExampleI.cs	Generelle Einbettung des asynchronen Tasks
AsyncExampleII.cs	Illustration der Interaktionsfähigkeit eines asynchronen Programmes, das Berechnungen und Nutzereingaben gleichermaßen realisiert.

Aufgaben der Woche

- []