

Einzelprüfung „Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft)“

Einzelprüfungsnummer 46115 / 2015 / Herbst

## Thema 2 / Aufgabe 4 (Methode function: Formale Verifikation - Induktionsbeweis)

**Stichwörter:** Vollständige Induktion

Gegeben sei die folgende Methode `function`:

```
double function(int n) {  
    if (n == 1)  
        return 0.5 * n;  
    else  
        return 1.0 / (n * (n + 1)) + function(n - 1);  
}
```

Code-Beispiel auf Github ansehen: [src/main/java/org/bschlangaul/examen/examen\\_46115/jahr\\_2015/herbst/Induktion.java](https://github.com/bschlangaul/examen/examen_46115/jahr_2015/herbst/Induktion.java)

Beweisen Sie folgenden Zusammenhang mittels vollständiger Induktion:

$$\forall n \geq 1: \text{function}(n) = f(n) \text{ mit } f(n) := 1 - \frac{1}{n+1}$$

Hinweis: Eventuelle Rechenungenauigkeiten, wie z. B. in Java, bei der Behandlung von Fließkommazahlen (z. B. `double`) sollen beim Beweis nicht berücksichtigt werden - Sie dürfen also annehmen, Fließkommazahlen würden mathematische Genauigkeit aufweisen.

Lösungsvorschlag

### Induktionsanfang

— Beweise, dass  $A(1)$  eine wahre Aussage ist. \_\_\_\_\_

$$f(1) := 1 - \frac{1}{1+1} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

### Induktionsvoraussetzung

— Die Aussage  $A(k)$  ist wahr für ein beliebiges  $k \in \mathbb{N}$ . \_\_\_\_\_

$$f(n) := 1 - \frac{1}{n+1}$$

### Induktionsschritt

— Beweise, dass wenn  $A(n = k)$  wahr ist, auch  $A(n = k + 1)$  wahr sein muss. \_\_\_\_\_

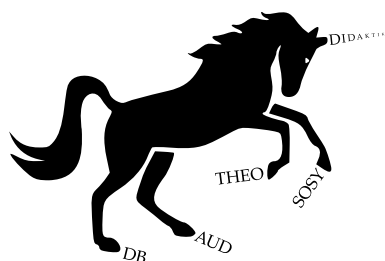
**zu zeigen:**

$$f(n+1) := 1 - \frac{1}{(n+1)+1} = f(n)$$

**Vorarbeiten (Java in Mathe umwandeln):**

$$\text{function}(n) = \frac{1}{n \cdot (n+1)} + f(n-1)$$

$$\begin{aligned}
 f(n+1) &= \frac{1}{(n+1) \cdot ((n+1)+1)} + f((n+1)-1) && n+1 \text{ eingesetzt} \\
 &= \frac{1}{(n+1) \cdot (n+2)} + f(n) && \text{vereinfacht} \\
 &= \frac{1}{(n+1) \cdot (n+2)} + 1 - \frac{1}{n+1} && \text{für } f(n) \text{ Formel eingesetzt} \\
 &= 1 + \frac{1}{(n+1) \cdot (n+2)} - \frac{1}{n+1} && 1. \text{ Bruch an 2. Stelle geschrieben} \\
 &= 1 + \frac{1}{(n+1) \cdot (n+2)} - \frac{1 \cdot (n+2)}{(n+1) \cdot (n+2)} && 2. \text{ Bruch mit } (n+2) \text{ erweitert} \\
 &= 1 + \frac{1 - (n+2)}{(n+1) \cdot (n+2)} && \text{die 2 Brüche subtrahiert} \\
 &= 1 + \frac{1 - n - 2}{(n+1) \cdot (n+2)} && - + 2 = -2 \\
 &= 1 + \frac{-1 - n}{(n+1) \cdot (n+2)} && 1 - 2 = -1 \\
 &= 1 + \frac{-1 \cdot (1+n)}{(n+1) \cdot (n+2)} && (n+1) \text{ ausgeklammert} \\
 &= 1 + \left( -1 \cdot \frac{(1+n)}{(n+1) \cdot (n+2)} \right) && \text{minus vor den Bruch bringen} \\
 &= 1 - \frac{(1+n)}{(n+1) \cdot (n+2)} && \text{plus minus ist minus} \\
 &= 1 - \frac{1}{n+2} && (n+1) \text{ gekürzt} \\
 &= 1 - \frac{1}{(n+1)+1} && \text{Umformen zur Verdeutlichung}
 \end{aligned}$$



## Die Bschlangaul-Sammlung

### Hermine Bschlangaul and Friends

Eine freie Aufgabensammlung mit Lösungen von Studierenden für Studierende zur Vorbereitung auf die 1. Staatsexamensprüfungen des Lehramts Informatik in Bayern.



Diese Materialsammlung unterliegt den Bestimmungen der Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell-Share Alike 4.0 International-Lizenz.

Hilf mit! Die Hermine schafft das nicht allein! Das ist ein Community-Projekt! Verbesserungsvorschläge, Fehlerkorrekturen, weitere Lösungen sind herzlich willkommen - egal wie - per Pull-Request oder per E-Mail an [hermine.bsclangaul@gmx.net](mailto:hermine.bsclangaul@gmx.net). Der  $\text{\LaTeX}$ -Quelltext dieser Aufgabe kann unter folgender URL aufgerufen werden: <https://github.com/bsclangaul-sammlung/examens-aufgaben-text/blob/main/Examen/46115/2015/09/Thema-2/Aufgabe-4.tex>