



## Übungszettel 5a - Induktion und Rekursion

### Aufgabe 1: Quiz Summen und Produkte

1.

1. Welche(r) Term(e) ergeben 14?

- a)  $\sum_{i=2}^5 i$
- b)  $\sum_{i=1}^3 (2^i - 1)$
- c)  $\sum_{i=0}^3 (5 - i)$

2. Welche(r) Term(e) ergeben 7?

- a)  $\sum_{i=1}^7 i$
- b)  $\sum_{i=3}^4 (2i - i)$
- c)  $\sum_{i=1}^7 1$

3. Welche(r) Term(e) ergeben 15?

- a)  $\prod_{i=0}^1 \prod_{j=0}^2 (2j + i)$
- b)  $\prod_{i=0}^1 \sum_{j=0}^2 (2j + i)$
- c)  $\sum_{i=0}^1 \prod_{j=0}^2 (2j + i)$

### Aufgabe 2: Quiz Rekursion

Welche der folgenden Funktionen  $f : \mathbb{N}_0 \rightarrow \mathbb{N}_0$  terminieren immer?

*Hinweis:*  $\mathbb{N}_0$  bezeichnet die natürlichen Zahlen inklusive der 0.

(a)

$$f(n) := \begin{cases} 1, & \text{falls } n = 0 \\ 1, & \text{falls } n = 1 \\ n \cdot f(n - 1), & \text{sonst} \end{cases}$$

(b)

$$f(n) := \begin{cases} 0, & \text{falls } n = 0 \\ f(n - 1) + f(n - 2), & \text{sonst} \end{cases}$$

(c)

$$f(n) := \begin{cases} 5, & \text{falls } n = 1 \\ 3 + f(n/2), & \text{falls } n \text{ gerade} \\ 5 + f(n + 1), & \text{sonst} \end{cases}$$

### Aufgabe 3: Ungerade Zahlen

Summiert man die ersten ungeraden Zahlen, so erhält man *anscheinend* stets eine Quadratzahl:

$$\begin{array}{rclcl} 1 & = & 1 & = & 1^2 \\ 3 + 1 & = & 4 & = & 2^2 \\ 5 + 3 + 1 & = & 9 & = & 3^2 \\ 7 + 5 + 3 + 1 & = & 16 & = & 4^2 \\ 9 + 7 + 5 + 3 + 1 & = & 25 & = & 5^2 \end{array}$$

Dieser Umstand soll jetzt in allgemeiner Form bewiesen werden (s.u.). Hierzu ein paar Erläuterungen:  
Eine *gerade* Zahl lässt sich in der Form  $2 \cdot n$  schreiben mit  $n \in \mathbb{N}$ .

Eine *ungerade* Zahl lässt sich in der Form  $2 \cdot n + 1$  schreiben mit  $n \in \mathbb{N}$ .

In den obigen fünf Summen gilt: Ist der letzte Summand die Zahl  $2n + 1$ , so ist der Wert der Summe  $(n + 1)^2$ . In der letzten Beispielzeile wird bis  $9 = 2 \cdot 4 + 1$  summiert und die Summe ergibt  $(4 + 1)^2 = 5^2$ .

*Achtung: Dies alles ist nur eine Erläuterung der zu beweisenden Formel. Wir haben noch keinen Beweis für die allgemeine Formel geführt!*

**Zeige:** Für alle  $n \in \mathbb{N}$  gilt:

$$\sum_{i=0}^n (2i + 1) = (n + 1)^2$$

#### **Aufgabe 4: Induktive Argumentation**

Sei  $n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$ . Beweise durch induktive Argumentation folgende Aussage:

$n$  Elemente lassen sich auf  $n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot (n - 1) \cdot n$  Arten anordnen.

#### **Aufgabe 5: Rekursion und Induktion**

$n$  Personen treffen sich und jede schüttelt jeder anderen einmal die Hand. Wie viele Händedrucke gibt das? Löse das Problem rekursiv.

Viel Erfolg!