Aufgabe 1: Grundwissen

(a) Geben Sie zwei verschiedene Möglichkeiten der formalen Verifikation an.

- 1. Möglichkeit: formale Verifikation mittels *vollständiger Induktion* (eignet sich bei *rekursiven* Programmen).
- 2. Möglichkeit: formale Verifikation mittels *wp-Kalkül* oder *Hoare-Kalkül* (eignet sich bei *iterativen* Programmen).

(b) Erläutern Sie den Unterschied von partieller und totaler Korrektheit.

- partielle Korrektheit:
  Das Programm verhält sich spezifikationsgemäß, *falls* es terminiert.
- totale Korrektheit:
  Das Programm verhält sich spezifikationsgemäß und es *terminiert immer*.

(c) Gegeben sei die Anweisungssequenz A. Sei P die Vorbedingung und Q die Nachbedingung dieser Sequenz. Erläutern Sie, wie man die (partielle) Korrektheit dieses Programmes nachweisen kann.

Vorgehen	Horare-Kalkül	wp-Kalkül
Wenn die Vorbedingung P zutrifft, gilt nach der Ausführung der Anweisungssequenz A die Nachbedingung Q.	$\{P\}A\{Q\}$	$P \Rightarrow \mathrm{wp}(A, Q)$

(d) Gegeben sei nun folgendes Programm:

```
A_1
while(b):
    A_2
A_3
```

wobei A_1, A_2, A_3 Anweisungssequenzen sind. Sei P die Vorbedingung und Q die Nachbedingung des Programms. Die Schleifeninvariante der while-Schleife wird mit I bezeichnet. Erläutern Sie, wie man die (partielle) Korrektheit dieses Programmes nachweisen kann.

Vorgehen	Horare-Kalkül	wp-Kalkül
Die Invariante I gilt vor Schleifeneintritt.	$\{P\}A_1\{I\}$	$P \Rightarrow \mathrm{wp}(A_1, I)$
I ist invariant, d. h. I gilt nach jedem Schleifendurchlauf.	$\{I \wedge b\}A_2\{I\}$	$I \wedge b \Rightarrow \mathrm{wp}(A_2, I)$
Die Nachbedingung Q wird erfüllt.	$\{I \wedge \neg b\}A_3\{Q\}$	$I \wedge \neg b \Rightarrow \mathrm{wp}(A_3, I)$

(e) Beschreiben Sie, welche Vorraussetzungen eine Terminierungsfunktion erfüllen muss, damit die totale Korrektheit gezeigt werden kann.