

Übungen zur Vorlesung
„Grundlagen der Programm- und Systementwicklung“

Aufgabe 11.1 Zusicherungsmethode

Beweisen Sie mit den Regeln der Zusicherungsmethode die Behauptung:

$$\{P\} S \{Q\}$$

Dabei sei das Programmstück S gegeben durch

```
while not isempty(xs) do
  if first(xs)=x
    then nop
    else ys:=(first(xs):ys)
  fi;
  xs:=rest(xs)
od .
```

Hier wird die Abkürzung $a:as$ für Ausdrücke der Form $\text{conc}(\text{make}(a),as)$ verwendet; xs und ys sind vom Typ **var seq m**, und x ist vom Typ **m**.

Die Prädikate P und Q seien gegeben durch

$$P =_{\text{def}} xs=s \wedge \text{isempty}(ys)$$
$$Q =_{\text{def}} \text{freq}(x,ys)=0 \wedge \forall m z: z \neq x \Rightarrow \text{freq}(z,ys)=\text{freq}(z,s) .$$

Darin sei freq eine Funktion, die angibt, wie häufig ein Element in einer Sequenz vorkommt; s sei eine vorgegebene Sequenz.

Wenn beim Beweis die Abschwächungsregel verwendet wird, so ist der Schritt kurz zu begründen.

Vorüberlegungen:

- Was besagt die Behauptung? Ist sie plausibel?
- Zerteilen Sie das Programmstück in syntaktische Einheiten, zu denen es Regeln im Zusicherungskalkül gibt, und bezeichnen Sie diese Einheiten.
- Was läßt sich bei einem Schleifendurchgang aussagen über den Ausdruck $\text{freq}(z,xs)+\text{freq}(z,ys)$
- Geben Sie eine Schleifeninvariante R an. Läßt sich mit Hilfe dieser Invarianten die Behauptung beweisen?
- Beweisen Sie die Invarianteneigenschaft von R .