Dr. Karin Quaas
`http://www.informatik.uni-leipzig.de/~quaas`

SS 2015
Institut für Informatik

# „Verifikation“
## Übungsserie 3

Bitte geben Sie die Lösungen für diese Serie am Montag 22.6.2015 vor der Vorlesung ab. Das Erarbeiten der Beweise innerhalb einer Gruppe ist ausdrücklich erlaubt und sogar empfohlen. Die Ergebnisse einer solchen Gruppenarbeit können Sie auch gemeinsam als solche abgeben. Die Lösungen werden in der Übung am Freitag 26.6.2015 besprochen.

1. Vervollständigen Sie den Beweis von Lemma 2 aus der Vorlesung. Zeigen Sie also, dass für alle $Y$ mit $Y_{i-1} \stackrel{\varepsilon}{\to}^* Y \stackrel{\varepsilon}{\to}^* Z$ mit $I_i \in \Sigma_Z$ und $\mathsf{next}(Z) = Y_i$ gilt: Falls $(\psi_1 \mathsf{R} \psi_2) \in Y$, dann $(w, i) \models \psi_1 \mathsf{R} \psi_2$.

2. Vervollständigen Sie den Beweis von Lemma 5 aus dem Skript. Zeigen Sie also, dass der dort konstruierte Lauf *erfolgreich* ist.

3. Vervollständigen Sie den Beweis von Lemma 6 aus dem Skript. Zeigen Sie also, dass das existentielle Model Checking-Problem, das Erfüllbarkeitsproblem und das Gültigkeitsproblem jeweils in polynomiellem Platz entscheidbar sind.

4. Vervollständigen Sie den Beweis von Lemma 7 aus der Vorlesung. Geben Sie also LTL-Formeln an, die sicherstellen, dass die Beschriftungen der Pfade von $K$ die Berechnungsschritte der deterministischen Turing-Maschine $M$ korrekt enkodieren.

5. In Lemma 7 haben wir gezeigt, dass das *existentielle* Model Checking-Problem PSPACE-schwer ist. Zeigen Sie nun, dass auch das *universelle* Model Checking-Problem PSPACE-schwer ist. *Hinweis: Die Klasse PSPACE ist unter Komplementbildung abgeschlossen.*

6. Beweisen Sie, dass das universelle Model Checking-Problem für LTL($\mathsf{U}$) PSPACE-schwer ist. Hierbei bezeichne LTL($\mathsf{U}$) das Fragment von LTL, in dem Formeln lediglich den Until-Operator als temporale Operatoren enthalten dürfen. *Hinweis: Reduzieren Sie das universelle Model Checking-Problem für LTL($\mathsf{F}, \mathsf{X}$) auf das oben genannte Problem. Versuchen Sie, Formeln in LTL($\mathsf{F}, \mathsf{X}$) durch Formeln in LTL($\mathsf{U}$) auszudrücken. Falls Ihnen dies nicht gelingt, versuchen Sie auch die Kripkestruktur abzuändern.*