

---

KLAUSUR ZUR VORLESUNG  
„LOGISCHE GRUNDLAGEN DER INFORMATIONEN- UND  
SYSTEMMODELLIERUNG“  
WINTERSEMESTER 2005 / 2006, 16. MÄRZ 2006  
PROF. DR. RALF MÖLLER

---

**DAS SCHREIBEN AUF DEM KLAUSUREXEMPLAR VOR ODER NACH DEM  
START- BZW. ENDESIGNAL FÜHRT OHNE WEITERE WARNUNG SOFORT ZUR  
UNGÜLTIGKEIT DER KLAUSUR. DAS GILT AUCH FÜR DAS SCHREIBEN VON  
NAMEN UND MATRIKELNUMMER NACH DEM ENDESIGNAL!**

**Nachname, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Matrikelnummer, Studiengang:** \_\_\_\_\_

**Unterschrift:** \_\_\_\_\_

1. **Legen Sie Ihren Studentenausweis und Ihren Personalausweis vor sich auf den Tisch.**
2. **Prüfen Sie, ob Ihre Matrikelnummer in der ausgehändigten Liste erscheint. Wenn nicht,**
  - (a) **Füllen Sie einen Vorbehalt (Proviso) aus. Sie dürfen die Klausur nicht antreten, bevor Sie den ausgefüllten Vorbehalt (Proviso) abgegeben haben.**
  - (b) **Füllen Sie auch den „Formzettel zur Nachmeldung“ aus. Bringen Sie das Formular in das für Ihren Studiengang zuständige Prüfungsamt and lassen Sie es dort unterzeichnen und abstempeln. Bringen Sie das Formular persönlich in das STS-Sekretariat (Harburger Schloßstr. 20, 2. Stock, Frau Hantschmann). Vergessen Sie bitte Ihren Personalausweis nicht.**
3. **Sie haben 90 Minuten Bearbeitungszeit. Zusätzliche Quellen sind nicht erlaubt.**
4. **Das Symbol “☉” gibt Hinweise zur empfohlenen Bearbeitungszeit einer Aufgabe.**
5. **Auf den Aufgabenzetteln ist ausreichend Platz für Ihre Lösungen vorgesehen.**
6. **Sollten Sie zusätzliches Papier von der Klausuraufsicht erhalten, so schreiben Sie auch Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt. Machen Sie deutlich, auf welche Aufgabe sich das Zusatzblatt bezieht.**
7. **Sollten Sie den Prüfungsraum verlassen müssen, so melden Sie sich ruhig. Verlassen Sie Ihren Platz nicht unaufgefordert.**

### 1. Syntaktische Transformation, KNF

Überführen Sie die folgenden aussagenlogischen Formeln in konjunktive Normalform:

(a)  $(A \wedge B) \rightarrow (B \wedge C)$

(b)  $(A \leftrightarrow B) \rightarrow C$

(c)  $(A \wedge (B \rightarrow C)) \rightarrow D$

⌚

12

P

15

Platz für Ihre Lösungen:

## 2. Äquivalenzen, logische Folgerungen

Zeigen Sie, ob die folgenden Beziehungen zwischen den jeweiligen aussagenlogischen Formeln gelten oder nicht:

(a)  $((A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)) \wedge (\neg C \vee B) \wedge \neg C \equiv A \wedge \neg C$

(b)  $((A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)) \wedge (C \vee B) \wedge \neg C \equiv A \wedge \neg C \wedge B$

(c)  $A \models A \vee C$

(d)  $A \models (A \wedge B) \vee C$

(e)  $(A \vee \neg B) \wedge (C \vee B) \models A \vee C$

(f)  $(A \wedge \neg B) \vee (C \wedge B) \models A \vee C$

⊕

19

P

24

Platz für Ihre Lösungen:

### 3. Prädikatenlogische Resolution

Gegeben sei die folgende prädikatenlogische Formel:

$$F = \neg\forall x R(x, x) \rightarrow \neg\forall x\forall y (R(x, y) \vee R(y, x))$$

Zeigen Sie, dass F gültig ist, indem Sie F

- (a) negieren und in Pränex-Normalform umwandeln,
- (b) anschließend in Skolem-Normalform transformieren
- (c) und zuletzt mit Hilfe der prädikatenlogischen Resolution die leere Klausel ableiten.

⌚
12
P
15

Platz für Ihre Lösungen:

#### 4. Verifikation

Berechnen Sie für die folgenden Programmfragmente die schwächste Vorbedingung  $V$  und vereinfachen sie ggf. so weit wie möglich:

(a)  $\{V\} r := r - y \{x = (q + 1) * y + r \wedge r \geq 0\}$

(b)  $\{V\} x := x - z; y := y + z \{x + y = k\}$

(c)  $\{V\} \text{if } y > x \text{ then } z := x; x := y; y := z \text{ end if } \{x \geq y\}$

(d)  $\{V\} k := k + 1; m := m + k \{m = \sum_{i=0}^k i\}$

⌚

9

P

12

Platz für Ihre Lösungen:

## 5. Modellierung mit CTL

Es sollen Eigenschaften eines Geldautomaten mit CTL spezifiziert werden. Wir bezeichnen mit *pin* eine korrekte PIN-Eingabe; *geld* die Geld-Ausgabe; *bereit* den Grundzustand des Geldautomaten, der zu Beginn und Ende eines jeden Arbeitszyklus eingenommen wird.

- (a) Geld darf nur dann ausgegeben werden, wenn vorher die korrekte PIN eingegeben wurde. Betrachten Sie hier nur den allerersten Arbeitszyklus nach dem Einschalten des Automaten.
- (b) Die vorhergehende Anforderung muss in jedem Zyklus erfüllt sein.
- (c) In jedem Zyklus muss einer korrekten PIN-Eingabe eine Geld-Ausgabe folgen.
- (d) Der Geldautomat muss immer wieder in den Grundzustand zurückkehren.
- (e) Ein konkreter „Geldautomat“  $M$  ist wie folgt definiert:  
 $M = (S, R, L)$  mit der Zustandsmenge  $S = \{s_0, s_1, s_2\}$ , der Zeitschrittrelation  $R = \{(s_0, s_1), (s_1, s_2), (s_2, s_2)\}$  und der Zustandsmarkierung  $L = \{(s_0, \{pin\}), (s_1, \{geld\}), (s_2, \{bereit\})\}$ .
  - Erfüllt  $M$  die o.g. Anforderungen?
  - Kann man bei diesem Automaten Geld abheben? Formulieren Sie in CTL die Anforderung, dass eine Geld-Ausgabe stets erreichbar sein soll.

Platz für Ihre Lösungen:

## 6. Modellieren mit DL

Stellen Sie folgendes Wissen in Form von primitiven Konzeptdefinitionen (Implikationen) und ABox-Assertionen dar:

- (a) Säugetiere und Vögel sind Tiere. (1)
  - (b) Pinguine sind Vögel. (2)
  - (c) Vögel können fliegen. (3)
  - (d) Pinguine können nicht fliegen. (4)
  - (e) Säugetiere leben auf dem Land. (5)
  - (f) Pingu ist ein Pinguin. (6)
  - (g) Pingu ist berühmt. (7)
- Gibt es in Ihrer Wissensbasis Konzepte, die nicht erfüllbar sind? Begründen Sie Ihre Antwort.
  - Ist die ABox bzgl. der TBox erfüllbar? Begründen Sie Ihre Antwort.

⌚

16

P

20

Platz für Ihre Lösungen: