

## Deckblatt für schriftliche Prüfungen vor Ort

**ACHTUNG:** Öffnen der Unterlagen erst nach Aufforderung durch das Aufsichtspersonal!

☒ **Lehrveranstaltungsprüfung**

☐ **STEOP-Modulprüfung**

☐ **Modulprüfung**

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

### Angaben zur Prüfung (von der Lehrveranstaltungsleitung / vom SSC auszufüllen)

Lehrveranstaltung (LV- & Gruppen Nummer/Lehrinhalt Nummer, Semester, Bezeichnung): 051013 VO Theoretische Informatik
Lehrveranstaltungsleiter*innen: Ekaterina Fokina, Eduard Mehofer
Prüfungstermin (Datum, Uhrzeit): Probetermin
Prüfungsdauer (Angabe der Arbeitszeit in Minuten): 90min
Prüfungsort: HS
Notenschlüssel: Es sind 8 Fragen mit in Summe 100 Punkten zu beantworten. Notenskala: max. Punkteanzahl: 100 Punkte ab 87 → 1 ab 75 → 2 ab 62 → 3 ab 50 → 4 kleiner 50 → 5

### Angaben zur\* zum Studierenden (von der\* dem Studierenden auszufüllen)

Matrikelnummer:		
Studienkennzahl lt. Studienblatt:	UA	
Studienrichtung lt. Studienblatt:		
Familiename(n):		
Vorname(n):		
Ist dies Ihr 4. Antritt?	<input type="checkbox"/> JA	<input type="checkbox"/> NEIN
<b>Achtung: Der 4. Antritt muss verpflichtend kommissionell erfolgen!</b>		

	Sitzplatz (siehe Markierung am Platz)
--	---------------------------------------

### Studienrechtliche Hinweise für Studierende

#### Eine Beurteilung ist nur zulässig, wenn:

- ✓ Sie korrekt zu dieser Prüfung angemeldet sind,
  - ✓ Sie die Voraussetzungen zu dieser Prüfung erfüllen,
  - ✓ Ihre Identität eindeutig festgestellt werden kann (Studierendenausweis bzw. weiterer amtlicher Lichtbildausweis),
  - ✓ Sie keine unerlaubten Hilfsmittel verwenden (Lehrveranstaltungsleiter\*innen geben vor Beginn der Prüfung bekannt, welche Hilfsmittel verwendet werden dürfen).
- Bei einem Abbruch der Prüfung ohne wichtigen Grund wird die Prüfung mit „nicht genügend“ beurteilt.

### Unterschrift der\*des Studierenden

#### Ich bestätige, dass ich

- ✓ ordnungsgemäß angemeldet bin, die Prüfungsmodalitäten und den Ablauf der Prüfung und die studienrechtlichen Hinweise zur Kenntnis genommen habe,
- ✓ mich an die geltenden Gesetze und Verordnungen in Bezug auf COVID-19 (insb. Sicherheits- und Hygienebestimmungen) halte. Informationen zusammengefasst unter <https://studieren.univie.ac.at/info>

Datum

Unterschrift Studierende\*r

### Besondere Vorkommnisse während der Prüfung

(Nur von der Lehrveranstaltungsleiter\*in oder dem Aufsichtspersonal auszufüllen)

Beschreibung des Vorfalls (falls zu wenig Platz, bitte Rückseite verwenden):

Datum, Uhrzeit

Unterschrift

(Angaben doppelseitig mit Zusatzseite am Ende falls für Aufgaben mehr Platz benötigt wird.)

**Aufgabe 1 [15]**

Sei  $r$  ein regulärer Ausdruck der Form  $x^*(xz^+ | yz^*)(xy)^+$  über dem Alphabet  $\{x, y, z\}$ .

- Geben Sie zwei Worte der Sprache  $L(r)$  an.
- Geben Sie eine reguläre Typ-3 Grammatik  $G$  an, sodass  $L(G) = L(r)$ .  
(Beachten Sie bitte regulär vs. kontextfrei.)
- Geben Sie Ableitung und Ableitungsbaum für ein Wort Ihrer Wahl an.

**Aufgabe 2 [15]**

Konstruieren Sie einen deterministischen Kellerautomaten, der die Sprache

$$L = \{ 1^m < 1^n \mid m < n, m \geq 1, n \geq 1 \} \text{ über dem Alphabet } \{1, <\}$$

durch Endzustand akzeptiert.

Beispiel:  $11 < 111$

Anmerkung:

Die Überföhrungsfunktion  $\delta$  kann textuell mittels Regelmenge oder graphisch mittels Übergangsdiagramm spezifiziert werden (beides ist nicht nötig). Das Tupel für den Kellerautomaten mit allen Mengen muss exakt spezifiziert werden.

**Aufgabe 3 [15]**

Konstruieren Sie eine deterministische Turingmaschine, die die Sprache  $L = \{x^n y^{2n} z^n \mid n \geq 1\}$  über dem Alphabet  $\{x, y, z\}$  akzeptiert.

Anmerkung: Man kann davon ausgehen, dass der L/S-Kopf über dem ersten Symbol der Eingabe steht; nach Terminierung ist die Position des L/S-Kopfes beliebig. Die Überföhrungsfunktion  $\delta$  kann mittels Tabelle oder graphisch mittels Übergangsdiagramm beschrieben werden (beides ist nicht nötig). Das Tupel für die Turingmaschine muss mit allen Mengen exakt spezifiziert werden.

#### Aufgabe 4 [10]

*Anmerkung zur Probeprüfung.*

In diesem Abschnitt werden Theoriefragen zu Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit, Chomsky Hierarchie oder allgemeine Verständnisfragen gestellt. Im folgenden eine beispielhafte Auswahl:

- [3] Beschreiben Sie das SAT-Problem. Gibt es einen Algorithmus für das SAT-Problem?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- [3] Kennzeichnen Sie folgende Probleme als *entscheidbar* oder *unentscheidbar*.
  - Zu Testen ob eine prädikatenlogische Formel eine Tautologie ist.

*entscheidbar* ☐ *unentscheidbar*. ☐
  - Zu Testen ob zwei kontextsensitive Grammatiken die gleiche Sprache definieren.

*entscheidbar* ☐ *unentscheidbar*. ☐
  - Zu Testen ob ein endlicher Automat das Leerwort akzeptiert.

*entscheidbar* ☐ *unentscheidbar*. ☐
  
- [4] Ergänzen Sie folgende Tabelle mit den entsprechenden Bezeichnungen der Automatenklassen in der Chomsky-Hierarchie.

	Grammatiken	Automaten
Typ-0	allgemeine Grammatik	
Typ-1	kontextsensitive Grammatik	
Typ-2	kontextfreie Grammatik	
Typ-3	reguläre Grammatik	

### Aufgabe 5 [5]

Betrachten Sie ein Prolog Prädikat `flug(X,Y)`, das angibt, ob es einen direkten Flug aus einer Stadt  $X$  in eine Stadt  $Y$  gibt. Ein entsprechendes Prolog Programm wäre zum Beispiel:

```
flug(x,z). flug(a,c). flug(c,y). flug(b,c). flug(z,b).
```

Definieren Sie, mit Prolog Regeln, ein rekursives zweistelliges Prädikat `verbindung(X,Y)`, das genau dann wahr ist, wenn man mit dem Flugzeug (direkt oder mit Zwischenstopps) die Stadt  $Y$  aus der Stadt  $X$  erreichen kann.

### Aufgabe 6 [15]

Betrachten Sie folgende Aussagen:

1. Sarah geht am Wochenende entweder Rodeln oder Skifahren.
2. Wenn es am Wochenende schneit, geht Sarah Rodeln.
3. Sarah geht am Wochenende Skifahren.
4. Es schneit nicht am Wochenende.

Lösen Sie folgende Aufgabenstellungen:

- a. Formalisieren Sie die Aussagen mittels aussagenlogischer Formeln. Geben Sie die Bedeutung jeder Aussagenvariablen an.
- b. Kann man aus den ersten drei Aussagen auf Aussage 4 schließen? Beweisen Sie Ihre Vermutung mit einer geeigneten Methode aus der Vorlesung (geben Sie auch an, welche Methode Sie verwenden).



### Aufgabe 7 [15]

Gegeben seien folgende Prädikate, Funktionen und Konstanten:

$G(x)$  ...  $x$  ist gerade Zahl

$K(x, y)$  ...  $x$  ist kleiner als  $y$

$P(x)$  ...  $x$  ist Primzahl

$Gleich(x, y)$  ...  $x$  ist gleich  $y$

$plus(x, y)$  ... liefert die Summe von  $x$  und  $y$

2 ... die Zahl zwei

- a. [7] Formalisieren Sie die folgenden Aussagen in Prädikatenlogik. Verwenden Sie dabei ausschließlich die gegebenen Prädikate und Funktionen.
1. Zwei ist eine gerade Primzahl.
  2. Jede gerade Zahl größer als Zwei ist keine Primzahlen.
  3. Jede gerade Zahl größer als Zwei kann als Summe zweier Primzahlen geschrieben werden.

Betrachten Sie für (b) und (c) die Formel

$$F = \forall x (\exists y (P(y) \wedge K(plus(y, 2), x)) \rightarrow \exists z (G(z) \wedge K(z, x)))$$

- b. [4] Geben Sie ein Modell für die Formel  $F$  an.
- c. [4] Geben Sie eine zu  $F$  äquivalente Formel in Pränexform und eine zu  $F$  erfüllbarkeitsäquivalente Formel in Skolemform an.

**Aufgabe 8 [10]**

Betrachten Sie folgende prädikatenlogische Formel in Matrixklauselform, wobei  $x, y, z, u, v, w$  Variablen sind, und  $a, b$  Konstanten sind.

$$\{\{\neg Q(y), R(a)\}, \{\neg P(x), \neg S(b)\}, \{P(u), \neg S(u)\}, \{S(w), Q(z)\}, \{\neg Q(v), \neg R(v)\}\}$$

a. [4] Geben Sie das Herbrand Universum und die Herbrand Expansion der Formel an.

b. [6] Zeigen Sie mit der *Grundresolution*, dass die Formel nicht erfüllbar ist.

**Zusatzblatt**