

Vorname

Nachname

Matrikel-Nr.

Diese Klausur besteht aus **4 Aufgaben**. Schreiben Sie jede Lösung auf die Vorderseite eines *neuen* Blattes (und lassen Sie die Rückseiten Ihrer Lösungsblätter *leer*).

Notation für Grammatiken: Fassen Sie *Endsymbole* in doppelte Anführungszeichen ein, um sie von den Zwischensymbolen zu unterscheiden. Benutzen Sie einen Doppelpunkt `:` als Trennsymbol (zwischen der linken und rechten Seite einer Regel, wie in Gentle).

Aufgabe 1 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für die Menge aller Zahlen im **3-er-System**, die (ohne Rest) **durch 5 teilbar** sind. Startsymbol `RK0` (wie "Restklasse 0").

Aufgabe 2 (30 Punkte): Betrachten Sie die folgende Grammatik für Ausdrücke (Endsymbole sind in doppelte Anführungszeichen eingefaßt, z.B. "#1" oder "c". `AUS1` ist das Startsymbol):

`AUS1` : `AUS1` "#1" `AUS2`
`AUS1` : `AUS2`

`AUS2` : `AUS3` "#2" `AUS2`
`AUS2` : `AUS3`

`AUS3` : "#3" `AUS4`
`AUS3` : `AUS4`

`AUS4` : "#4" `AUS4`
`AUS4` : `LIT`
`AUS4` : "(" `AUS1` ")"

`LIT` : "a"
`LIT` : "b"
`LIT` : "c"

In dieser Grammatik kommen die Operatoren #1, #2, #3, #4 vor. Geben Sie als Antworten auf die folgenden Fragen die zutreffenden Operatoren an:

- 2.01. Alle zweistelligen Operatoren?
- 2.02. Alle einstelligen Operatoren?
- 2.03. Alle linksassoziativen Operatoren?
- 2.04. Alle rechtsassoziativen Operatoren?
- 2.05. Welcher zweistellige Operator bindet am stärksten?
- 2.06. Welcher einstellige Operator bindet am schwächsten?

Welche der folgenden Worte kan man aus obiger Grammatik ableiten (JA) und welche nicht (NEIN)?

- 2.07. #3 #3 a
- 2.08. #4 #4 b
- 2.09. a #2 b #1 c
- 2.10. c #1 c #2 a

Aufgabe 3 (30 Punkte): Betrachten Sie folgende Vereinbarung eines (Gentle-) Typs:

```
'type' LISTE
  leer
  list(Elem: INT, Rest: LISTE)
```

3.1. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'condition' keineZwillinge(L: LISTE)
  -- Gelingt, wenn L keinen Zwilling (2 gleiche, benachbarte Elemente) enthält.
  -- Beispiele:
  -- Die Liste list(5, list(6, list(6, list(3, leer)))) enthält einen Zwilling
  -- Die Liste list(6, list(5, list(6, list(3, leer)))) enthält keinen Zwilling
```

3.2. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' mod(Dend: INT, Dor: INT -> Rest: INT)
  -- Berechnet den Rest, der sich nach der Ganzzahldivision von
  -- Dend durch Dor ergibt. Beispiel: Nach dem Aufruf
  -- mod(13, 5 -> R) hat R den Wert 3 (13/5 ist gleich 2 Rest 3)
```

3.3. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' dieUngeraden(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Raus enthaelt alle ungeraden Zahlen aus Rein. Beispiel:
  -- Nach dem Aufruf dieUngeraden(list(5, list(2, list(7, leer)))-> L)
  -- hat L den Wert list(7, list(5, leer)).
```

Aufgabe 4 (20 Punkte): Beantworten Sie die folgenden Fragen möglichst *kurz*, aber *präzise* und verwenden Sie dabei möglichst die in der Lehrveranstaltung eingeführten *Fachbegriffe*.

4.1. Was ist eine *Satzform* (im Zusammenhang mit einer Grammatik)?

4.2. Welche Bedingungen (oder Einschränkungen) muss eine Chomsky-Regel $LS \rightarrow RS$ erfüllen, damit sie *rechtslinear* ist?

4.3. Die kontextfreie Grammatik der Programmiersprache Java beschreibt eine bestimmte formale Sprache S . Was hat diese Sprache S mit der Sprache Java zu tun? Ist S gleich Java? Oder ist S eine Teilmenge von Java? Oder ist Java eine Teilmenge von S ? Oder ist keine dieser beiden Sprachen eine Teilmenge der anderen?

4.4. Welchen Wert hat der Ausdruck $2^{**} 2^{**} 3$ wenn der Potenzierungs-Operator $**$ als *rechtsassoziativer* Operator bzw. als *linksassoziativer* Operator definiert wurde. Geben Sie als Antwort *zwei konkrete Zahlen* (keine "Rechenaufgaben") an.

Der Gentle-Typ BAUM sei wie folgt definiert:

```
'type' BAUM
  leer
  b(INT, BAUM, BAUM)
```

4.5. Geben Sie drei *Grundterme* des Typs BAUM an. Diese Grundterme sollen Bäume repräsentieren, die sich durch ihre *Struktur* unterscheiden (nicht nur durch die darin enthaltenen INT-Werte).

4.6. Geben Sie einen *Term* des Typs BAUM an, der als Muster auf alle nicht-leeren Bäume passt.

4.7. Geben Sie einen *Term* des Typs BAUM an, der als Muster auf alle Bäume passt.

4.8. Wie heißt der Jasmin-Befehl (Java-Assembler-Befehl), mit dem man eine 8-Bit-Ganzzahl auf den Stapel laden kann? Ebenso für 16-Bit-Ganzzahlen.

Beurteilung der Klausur:

Punkte	
Aufgabe 1:	Note:
Aufgabe 2:	Datum:
Aufgabe 3:	
Aufgabe 4:	
Summe:	

Korrigierte Beurteilung der Klausur:

Punkte	
Aufgabe 1:	Note:
Aufgabe 2:	Datum:
Aufgabe 3:	
Aufgabe 4:	
Summe:	

Lösung 1 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für die Menge aller Zahlen im **3-er-System**, die (ohne Rest) **durch 5 teilbar** sind. Startsymbol RK0 (wie "Restklasse 0").

R01: RK0 : "0" R07: RK3 : RK1 "0" R13: RK4 : RK3 "0"
 R02: RK1 : "1" R08: RK4 : RK1 "1" R14: RK0 : RK3 "1"
 R03: RK2 : "2" R09: RK0 : RK1 "2" R15: RK1 : RK3 "2"

 R04: RK0 : RK0 "0" R10: RK1 : RK2 "0" R16: RK2 : RK4 "0"
 R05: RK1 : RK0 "1" R11: RK2 : RK2 "1" R17: RK3 : RK4 "1"
 R06: RK2 : RK0 "2" R12: RK3 : RK2 "2" R18: RK4 : RK4 "2"

Lösung 2 (30 Punkte): Betrachten Sie die folgende Grammatik für Ausdrücke (Endsymbole sind in doppelte Anführungszeichen eingefaßt, z.B. "#1" oder "c". AUS1 ist das Startsymbol):

AUS1 : AUS1 "#1" AUS2
 AUS1 : AUS2

AUS2 : AUS3 "#2" AUS2
 AUS2 : AUS3

AUS3 : "#3" AUS4
 AUS3 : AUS4

AUS4 : "#4" AUS4
 AUS4 : LIT
 AUS4 : "(" AUS1 ")"

LIT : "a"
 LIT : "b"
 LIT : "c"

In dieser Grammatik kommen die Operatoren #1, #2, #3, #4 vor. Geben Sie als Antworten auf die folgenden Fragen die zutreffenden Operatoren an:

- 2.01. Alle zweistelligen Operatoren? **#1, #2**
 2.02. Alle einstelligen Operatoren? **#3, #4**
 2.03. Alle linksassoziativen Operatoren? **#1**
 2.04. Alle rechtsassoziativen Operatoren? **#2**
 2.05. Welcher zweistellige Operator bindet am stärksten? **#2**
 2.06. Welcher einstellige Operator bindet am schwächsten? **#3**

Welche der folgenden Worte kan man aus obiger Grammatik ableiten (JA) und welche nicht (NEIN)?

- 2.07. #3 #3 a **NEIN**
 2.08. #4 #4 b **JA**
 2.09. a #2 b #1 c **JA**
 2.10. c #1 c #2 a **JA**

Lösung 3 (30 Punkte): Betrachten Sie folgende Vereinbarung eines (Gentle-) Typs:

```
'type' LISTE
  leer
  list(Elem: INT, Rest: LISTE)
```

3.1. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'condition' keineZwillinge(L: LISTE)
  -- Gelingt, wenn L keinen Zwilling (2 gleiche, benachbarte Elemente) enthält.
  -- Beispiele:
  -- Die Liste list(5, list(6, list(6, list(3, leer)))) enthält einen Zwilling
  -- Die Liste list(6, list(5, list(6, list(3, leer)))) enthält keinen Zwilling

  'rule' keineZwillinge(leer): .
  'rule' keineZwillinge(list(N, leer)): .
  'rule' keineZwillinge(list(N1, list(N2, L2))):
    ne(N1, N2)
    keineZwillinge(list(N2, L2))
```

3.2. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' mod(Dend: INT, Dor: INT -> Rest: INT)
  -- Berechnet den Rest, der sich nach der Ganzzahldivision von
  -- Dend durch Dor ergibt. Beispiel: Nach dem Aufruf
  -- mod(13, 5 -> R) hat R den Wert 3 (13/5 ist gleich 2 Rest 3)

  'rule' mod(DEND, DOR -> DEND - (DOR * DEND / DOR)): .
```

3.3. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' dieUngeraden(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Raus enthaelt alle ungeraden Zahlen aus Rein. Beispiel:
  -- Nach dem Aufruf dieUngeraden(list(5, list(2, list(7, leer)))-> L)
  -- hat L den Wert list(7, list(5, leer)).

  'rule' dieUngeraden(leer -> leer): .
  'rule' dieUngeraden(list(N, L) -> list(N, DUL)):
    mod(N, 2 -> REST)
    ne(REST, 0)
    dieUngeraden(L -> DUL)
  'rule' dieUngeraden(list(N, L) -> DUL):
    dieUngeraden(L -> DUL)
```

Lösung 4 (20 Punkte): Beantworten Sie die folgenden Fragen möglichst kurz, aber präzise und verwenden Sie dabei möglichst die in der Lehrveranstaltung eingeführten Fachbegriffe.

4.1. Was ist eine *Satzform* (im Zusammenhang mit einer Grammatik)?

Eine (endliche, leere oder nicht-leere) Folge von Zwischensymbolen und/oder Endsymbolen.

4.2. Welche Bedingungen (oder Einschränkungen) muss eine Chomsky-Regel $LS \rightarrow RS$ erfüllen, damit sie *rechtslinear* ist?

LS muss aus genau einem Zwischensymbol bestehen.

RS muss mit einem Zwischensymbol enden und darf ansonsten nur Endsymbole enthalten.

4.3. Die kontextfreie Grammatik der Programmiersprache Java beschreibt eine bestimmte formale Sprache S . Was hat diese Sprache S mit der Sprache Java zu tun? Ist S gleich Java? Oder ist S eine Teilmenge von Java? Oder ist Java eine Teilmenge von S ? Oder ist keine dieser beiden Sprachen eine Teilmenge der anderen?

Java ist eine Teilmenge von S .

4.4. Welchen Wert hat der Ausdruck $2 ** 2 ** 3$ wenn der Potenzierungs-Operator $**$ als *rechtsassoziativer* Operator bzw.

als *linksassoziativer* Operator

definiert wurde. Geben Sie als Antwort *zwei konkrete Zahlen* (keine "Rechenaufgaben") an.

Rechtsassoziativ: (2 ** 8 gleich) 256

Linksassoziativ: (4 ** 3 gleich) 64

Der Gentle-Typ BAUM sei wie folgt definiert:

```
'type' BAUM
  leer
  b(INT, BAUM, BAUM)
```

4.5. Geben Sie drei *Grundterme* des Typs BAUM an. Diese Grundterme sollen Bäume repräsentieren, die sich durch ihre *Struktur* unterscheiden (nicht nur durch die darin enthaltenen INT-Werte).

z.B. leer, b(17, leer, leer), b(22, b(17, leer, leer), leer)

4.6. Geben Sie einen *Term* des Typs BAUM an, der als Muster auf alle nicht-leeren Bäume passt.

b(N, B1, B2)

4.7. Geben Sie einen *Term* des Typs BAUM an, der als Muster auf alle Bäume passt.

B

4.8. Wie heißt der Jasmin-Befehl (Java-Assembler-Befehl), mit dem man eine 8-Bit-Ganzzahl auf den Stapel laden kann? Ebenso für 16-Bit-Ganzzahlen.

bipush, sipush