

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*).

Aufgabe 1 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für die Menge aller Zahlen im 4-er-System, die (ohne Rest) durch 6 teilbar sind.

Aufgabe 2 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für bestimmte deutsche Worte, mit denen Sie alle ihre Vorfahren bezeichnen können.

Beispiele für Worte dieser Sprache:

"Meine Mutter", "Mein Vater", "Die Mutter meiner Mutter", "Der Vater meiner Mutter", "Die Mutter meines Vaters", "Der Vater meines Vaters", "Die Mutter der Mutter meiner Mutter", "Die Mutter des Vaters meiner Mutter", "Der Vater der Mutter meiner Mutter", "Der Vater des Vaters meiner Mutter", "Der Vater der Mutter der Mutter des Vaters meiner Mutter",
"Die Mutter der Mutter des Vaters des Vaters des Vaters meines Vaters", ...

Notation: Fassen Sie *Endsymbole* in doppelte Anführungszeichen ein (wie die Beispiele für Worte), 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 3 (30 Punkte): (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 ("HHD" ist eine Abkürzung von "hänge hinten dran"):

```
'action' HHD(ReinL: LISTE, ReinE: INT -> Raus: LISTE)
  -- Die Liste Raus entsteht dadurch, dass das Element ReinE hinten an
  -- die Liste ReinL angehaengt wird.
  -- Beispiel: Der Aufruf
  -- HHD(list(10, list(20, leer)), 30 -> ERG)
  -- belegt die Variable ERG mit dem Wert list(10, list(20, list(30, leer)))
```

3.2. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' DrehRum(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Die Liste Raus enthaelt die gleichen Elemente wie Rein,
  -- aber in umgekehrter Reihenfolge.
  -- Beispiel: Der Aufruf
  -- DrehRum(list(10, list(20, list(30, leer))) -> ERG)
  -- belegt die Variable ERG mit dem Wert list(30, list(20, list(10, leer)))
```

Aufgabe 4 (30 Punkte): In einem Gentle-Programm wurde der folgende Typ LISTE und das Prädikat Rest1 vereinbart:

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

'action' Rest1(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Raus ist eine Kopie von Rein, in der das erste Element entfernt
  -- wurde (falls Rein ein erstes Element enthaelt)
  'rule' Rest1(list(E1, R1)) -> R1 : .
  'rule' Rest1(leer) -> leer : .
```

Angenommen, der Gentle-Ausführer hat die Variablen-Belegung VB0 (siehe Zeile Nr 1 der Tabelle) und führt damit den folgenden Prädikataufruf aus:

```
Rest1(list(30, L12) -> list(E2, R2))
```

Was passiert dann im Einzelnen? Füllen Sie die folgende Tabelle aus, wie in den letzten Vorlesungen besprochen und geübt:

Nr	Op	V/A/W/M	Variablenbelegung/Ausdruck/Wert/Muster
1	AW0	VB0	{ (L12, list(20, list(10, leer))) }
2		A0	
3	MA0	W0	
4		MU0	
5			
6			
7			
8			
9			

Aufgabe1:	Note:
Aufgabe1:	Datum:
Aufgabe1:	
Aufgabe1:	
Summe:	

Aufgabe1:	Note:
Aufgabe1:	Datum:
Aufgabe1:	
Aufgabe1:	
Summe:	

Lösung 1 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für die Menge aller Zahlen im 4-er-System, die (ohne Rest) durch 6 teilbar sind.

R01: RK0 : "0"
 R02: RK1 : "1"
 R03: RK2 : "2"
 R04: RK3 : "3"

R07: RK0 : RK0 "0" R19: RK2 : RK2 "0" R25: RK4 : RK4 "0"
 R08: RK1 : RK0 "1" R20: RK3 : RK2 "1" R26: RK5 : RK4 "1"
 R09: RK2 : RK0 "2" R21: RK4 : RK2 "2" R27: RK0 : RK4 "2"
 R10: RK3 : RK0 "3" R22: RK5 : RK2 "3" R28: RK1 : RK4 "3"

R13: RK4 : RK1 "0" R25: RK0 : RK3 "0" R25: RK2 : RK5 "0"
 R14: RK5 : RK1 "1" R26: RK1 : RK3 "1" R26: RK3 : RK5 "1"
 R15: RK0 : RK1 "2" R27: RK2 : RK3 "2" R27: RK4 : RK5 "2"
 R16: RK1 : RK1 "3" R28: RK3 : RK3 "3" R28: RK5 : RK5 "3"

Lösung 2 (20 Punkte): Geben Sie eine (kontextfreie, Typ-2-) Grammatik an für bestimmte deutsche Worte, mit denen Sie alle ihre Vorfahren bezeichnen können.

Beispiele für Worte dieser Sprache:

"Meine Mutter", "Mein Vater", "Die Mutter meiner Mutter", "Der Vater meiner Mutter", "Die Mutter meines Vaters", "Der Vater meines Vaters", "Die Mutter der Mutter meiner Mutter", "Die Mutter des Vaters meiner Mutter", "Der Vater der Mutter meiner Mutter", "Der Vater des Vaters meiner Mutter", "Der Vater der Mutter der Mutter des Vaters meiner Mutter", "Die Mutter der Mutter des Vaters des Vaters des Vaters meines Vaters", ...

R01: Ahne : "Mein Vater" R06: Teil2 : epsilon
 R02: Ahne : "Meine Mutter" R07: Teil2 : "der Mutter" Teil2
 R03: Ahne : Teil1 Teil2 Teil3 R08: Teil2 : "des Vaters" Teil2
 R04: Teil1 : "Die Mutter" R09: Teil3 : "meines Vaters"
 R05: Teil1 : "Der Vater" R10: Teil3 : "meiner Mutter"

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 (HHD ist eine Abkürzung von "hänge hinten dran"):

```
'action' HHD(ReinL: LISTE, ReinE: INT -> Raus: LISTE)
  -- Die Liste Raus entsteht dadurch, dass das Element ReinE hinten an
  -- die Liste ReinL angehaengt wird.
  -- Beispiel: Der Aufruf
  -- HHD(list(10, list(20, leer)), 30 -> ERG)
  -- belegt die Variable ERG mit dem Wert list(10, list(20, list(30, leer)))

'rule' HHD(leer, E -> list(E, leer)): .
'rule' HHD(list(E1, L1), E2 -> list(E1, L2)):
  HHD(L1, E2 -> L2)
```

3.2. Schreiben Sie ein Prädikat entsprechend der folgenden Spezifikation:

```
'action' DrehRum(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Die Liste Raus enthaelt die gleichen Elemente wie Rein,
  -- aber in umgekehrter Reihenfolge.
  -- Beispiel: Der Aufruf
  -- DrehRum(list(10, list(20, list(30, leer))) -> ERG)
  -- belegt die Variable ERG mit dem Wert list(30, list(20, list(10, leer)))

'rule' DrehRum(leer -> leer)
'rule' DrehRum(list(E1, L1) -> L3):
  DrehRum(L1 -> L2)
  HHD(L2, E1 -> L3)
```

Lösung 4 (30 Punkte): In einem Gentle-Programm wurde der folgende Typ `LISTE` und das Prädikat `Rest1` vereinbart:

```
'type' LISTE
  leer
  list(Elem: INT, Rest: LISTE)
'action' Rest1(Rein: LISTE -> Raus: LISTE)
  -- Raus ist eine Kopie von Rein, in der das erste Element entfernt
  -- wurde (falls Rein ein erstes Element enthaelt)
  'rule' Rest1(list(E1, R1)) -> R1 ): .
  'rule' Rest1(leer -> leer): .
```

Angenommen, der Gentle-Ausführer hat die Variablen-Belegung `VB0` (siehe Zeile Nr 1 der Tabelle) und führt damit den folgenden Prädikataufruf aus:

```
Rest1(list(30, L12) -> list(E2, R2))
```

Was passiert dann im Einzelnen? Füllen Sie die folgende Tabelle aus, wie in den letzten Vorlesungen besprochen und geübt:

Nr	Op	V/A/W/M	Variablenbelegung/Ausdruck/Wert/Muster
1	AW0	VB0	{ (L12, list(20, list(10, leer))) }
2		A0	list(30, L12)
3	MA0	W0	list(30, list(20, list(10, leer)))
4		MU0	list(E1, R1)
5	AW1	VB1	{ (L12, list(20, list(10, leer))), (E1, 30), (R1, list(20, list(10, leer))) }
6		A1	R1
7	MA1	W1	list(20, list(10, leer))
8		MU1	list(E2, R2)
9		VB2	{ (L12, list(20, list(10, leer))), (E1, 30), (R1, list(20, list(10, leer))) (E2, 20), (R2, list(10, leer)) }