1697 Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung

Lösungsvorschläge zur Klausur

Aufgabe 1: *10 Punkte*

a)

Beispiel	Atom	Liste	bedingter Ausdruck	Funktions-definition	kein LISP-Ausdruck
"BEGIN{ }END"	x				
(COND + 2 3 (* 7 PI))		x			
(IF . T . NIL)					x
(TIM . (NILS . (EVA . NIL)))		x			
(DEFUN G (X) (* X 8))		x		x	

5 Punkte

b)

Aufruf	Ergebnis
(+ 7 4 (* (– 6) 2) 2)	1
(LIST '(PAUL) 'ANTON)	((PAUL) ANTON)
(COND ((< 2 8) 'YES)(T 'NO))	YES
(IF (= (+ 2 4) (* 3 2)) "OK" 'FALSE)	"OK"
(CAR (CDR (CDR '(P Q W G . A))))	W

5 Punkte

Aufgabe 2: *10 Punkte*

a)
```
;; Rekursive Lösung zur Berechnung der Länge einer Liste
(DEFUN MY-LENGTH (L)
  (IF (LISTP L)
    (IF (NULL L) 0 (+ (MY-LENGTH (CDR L)) 1))
    NIL))
```

5 Punkte

b)
```
;; Rekursive Lösung zur Ausgabe des N-ten Elements einer Liste
(DEFUN MY-NTH (N L)
  (COND ((NULL L) NIL)
        ((< N 1) NIL)
        ((= N 1) (CAR L))
        (T (MY-NTH (- N 1) (CDR L)))))

;; Eine alternative Lösung:
(DEFUN MY-NTH (N L)
  (IF (< N 1)
    NIL
    (MY-NTH2 N L)))

(DEFUN MY-NTH2 (N L)
  (COND ((NULL L) NIL)
        ((= N 1) (CAR L))
        (T (MY-NTH2 (- N 1) (CDR L)))))
```
5 Punkte

Aufgabe 3: *10 Punkte*

a) $(A \rightarrow B) \leftrightarrow \neg(A \wedge \neg B)$ *2 Punkte*

b) $A \wedge B \rightarrow B \wedge A$ *2 Punkte*

c) $A \vee (B \vee C) \rightarrow (A \vee B) \vee C$ *2 Punkte*

d) $\dfrac{\vdash A \vee B \qquad \vdash \neg A \vee C}{\vdash B \vee C}$ *2 Punkte*

e) $\dfrac{\vdash A \qquad \vdash A \rightarrow B}{\vdash B}$ *2 Punkte*

Aufgabe 4: *9 Punkte*

a) $\forall x(\text{PIRAT}(x) \rightarrow \exists y(\text{KAPITÄN}(y) \wedge \text{KOMMANDIERT}(y,x)))$ *3 Punkte*

b) $\forall x \forall y(\text{PIRAT}(x) \wedge \text{INSEL}(y) \rightarrow \text{HAT_SCHATZ_VERGRABEN_AUF}(x,y))$

Alternative Lösung:
$\forall x \forall y(\text{PIRAT}(x) \wedge \text{INSEL}(y) \rightarrow$
$(\exists z(\text{SCHATZ}(z) \wedge \text{VERGRABEN_AUF}(x,z,y))))$ *3 Punkte*

c) $\neg\exists x(\text{PIRAT}(x) \wedge \neg\exists y(\text{AUGENKLAPPE}(y) \wedge \text{TRAGEN}(x,y)))$

Alternative Lösung:
$\neg\exists x(\text{PIRAT}(x) \wedge \forall y(\text{AUGENKLAPPE}(y) \rightarrow \neg\text{TRAGEN}(x,y)))$ *3 Punkte*

Aufgabe 5: *9 Punkte*

Ausdruck	erfüllbar?	allgemeingültig?	inkonsistent?
$(p \vee q) \rightarrow (p \wedge q)$	X		
$(p \leftrightarrow \neg q) \vee (p \wedge q) \vee \neg q$	X	X	
$((p \wedge q) \leftrightarrow r) \wedge \neg(p \rightarrow r) \wedge (q \vee r)$			X

a)

p	q	$p \vee q$	$p \wedge q$	$(p \vee q) \rightarrow (p \wedge q)$
T	T	T	T	T
T	F	T	F	F
F	T	T	F	F
F	F	F	F	T

b)

p	q	$\neg q$	$p \leftrightarrow \neg q$	$p \wedge q$	$(p \leftrightarrow \neg q) \vee (p \wedge q) \vee \neg q$
T	T	F	F	T	T
T	F	T	T	F	T
F	T	F	T	F	T
F	F	T	F	F	T

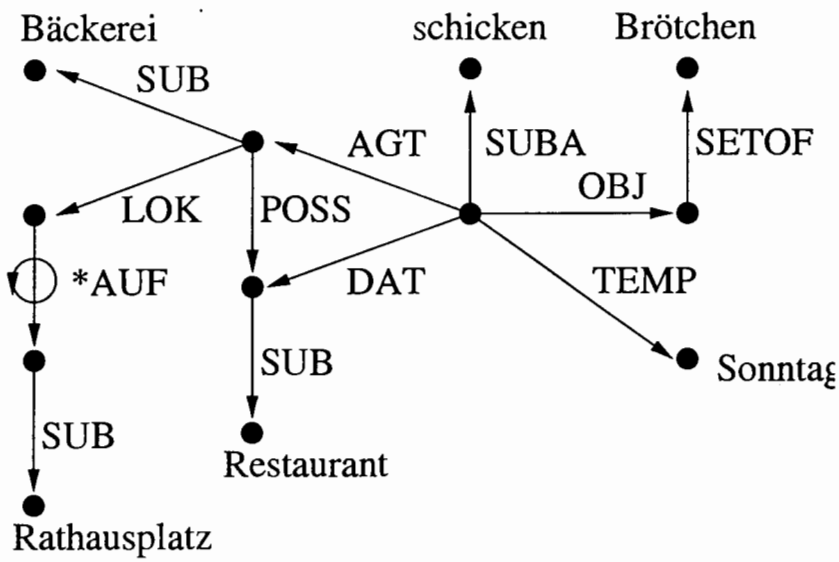
c)

p	q	r	$p \wedge q$	$(p \wedge q) \leftrightarrow r$	$\neg(p \rightarrow r)$	$q \vee r$	Gesamtausdruck
T	T	T	T	T	F	T	F
T	T	F	T	F	T	T	F
T	F	T	F	F	F	T	F
T	F	F	F	T	T	F	F
F	T	T	F	F	F	T	F
F	T	F	F	T	F	T	F
F	F	T	F	F	F	T	F
F	F	F	F	T	F	F	F

Aufgabe 6: *10 Punkte*

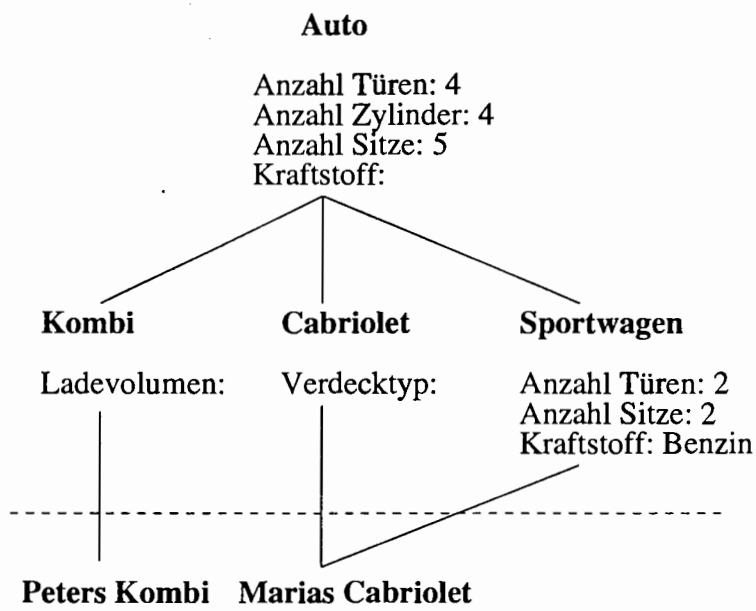
a) Der Student aus München leiht in der Bibliothek das wertvolle, alte Buch aus. Alternativen: Reihenfolge der Adjektive vertauscht, unbestimmter statt bestimmter Artikel. *4 Punkte*

b) *6 Punkte*



Aufgabe 7: *10 Punkte*

a) *8 Punkte*



b) *2 Punkte*

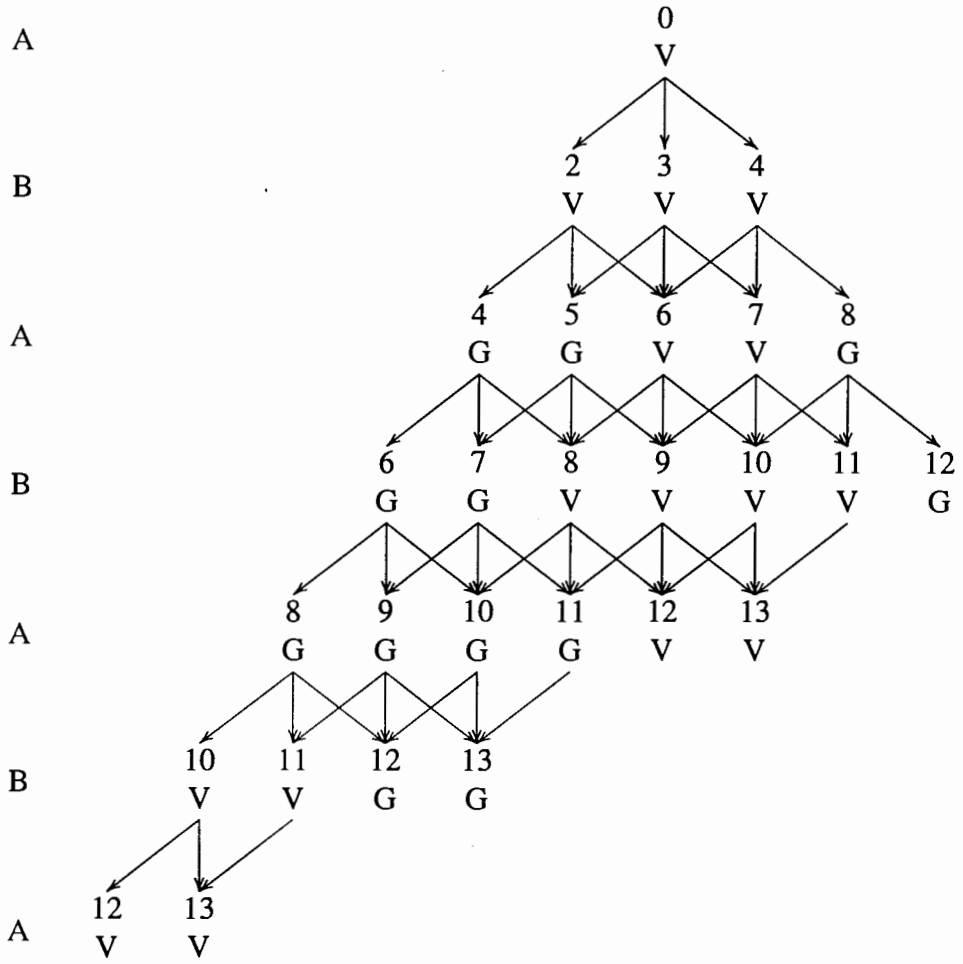
- Der Kombi von Peter verfügt über die Slots "Anzahl Türen", "Anzahl Zylinder", "Anzahl Sitze", "Kraftstoff", und "Ladevolumen".
- Marias Cabriolet hat 2 Sitze.

Aufgabe 8: *10 Punkte*

Problem	Problemgraph (mit Knotenmenge X und Kantenmenge K)
Problemzustände	die Knoten X des Graphen
Lösungszustände	Teilmenge der terminalen Knoten
Anwendung des Operators o' auf Problemzustand z (der Knoten k entspricht) (also: $o'(z)$)	eine mit einem Operator o' markierte Kante des Graphen von Knoten k aus
ein Lösungsweg	ein Pfad von der Wurzel des Graphen zu einem Lösungszustand
Anfangszustand	Wurzel des Graphen

Aufgabe 9: *11 Punkte*

a) Jeder Spielzustand ist mit der Zahl der belegten Felder markiert.



7 Punkte

b) Die Bewertungen sind im obigen Spielgraphen unter den Spielzuständen eingetragen. *2 Punkte*

c) Ja, aber nur wenn Spieler B suboptimal spielt (also einen Fehler macht). *2 Punkte*

Aufgabe 10: *11 Punkte*

a) $A \vee (\neg((B \rightarrow \neg C) \vee (\neg D \vee \neg E)))$

$\Leftrightarrow A \vee (\neg(B \rightarrow \neg C) \wedge \neg(\neg D \vee \neg E))$

$\Leftrightarrow A \vee (\neg(\neg B \vee \neg C) \wedge \neg(\neg D \vee \neg E))$

$\Leftrightarrow A \vee ((B \wedge C) \wedge (D \wedge E))$

$\Leftrightarrow (A \vee (B \wedge C)) \wedge (A \vee (D \wedge E))$

$\Leftrightarrow (A \vee B) \wedge (A \vee C) \wedge (A \vee D) \wedge (A \vee E)$ *4 Punkte*

b) $\forall x\, ((R(x) \vee Q(x)) \rightarrow \exists x\, (R(x) \vee Q(x)))$

$a \rightarrow b = \neg a \vee b$:
$\forall x\, (\neg(R(x) \vee Q(x)) \vee \exists x\, (R(x) \vee Q(x)))$

$\neg(a \vee b) = \neg a \wedge \neg b$:
$\forall x\, ((\neg R(x) \wedge \neg Q(x)) \vee \exists x\, (R(x) \vee Q(x)))$

Quantor nach vorne (nach Variablenumbenennung):
$\forall x\, \exists y\, (\neg R(x) \wedge \neg Q(x)) \vee R(y) \vee Q(y)$

Distributivgesetz:
$\forall x\, \exists y\, ((\neg R(x) \vee R(y)) \wedge (\neg Q(x) \vee R(y))) \vee Q(y)$

Distributivgesetz:
$\forall x\, \exists y\, (\neg R(x) \vee R(y) \vee Q(y)) \wedge (\neg Q(x) \vee R(y) \vee Q(y))$

Skolemisierung:
$\forall x\, (\neg R(x) \vee R(sk(x)) \vee Q(sk(x))) \wedge (\neg Q(x) \vee R(sk(x)) \vee Q(sk(x)))$

Weglassen des Allquantors ergibt Skolemnormalform:
$(\neg R(x) \vee R(sk(x)) \vee Q(sk(x))) \wedge (\neg Q(x) \vee R(sk(x)) \vee Q(sk(x)))$ *7 Punkte*

Aufgabe 11: *10 Punkte*

Schlussweise/Beispiel	a	b	c	d	e	deduktiv? ja	deduktiv? nein
Abduktives Schließen		X					X
Schlussweise des Prädikatenkalküls 1. Stufe			X			X	
Induktiver Schluss					X		X
Analoges Schließen				X			X
Autoepistemisches Schließen	X					X	

Aufgabe 12: *10 Punkte*

a)
```
member_rev([X|L],M) :-
    member_rev(L,M)
    ;
    M = X.
```

Eine alternative Lösung:
```
member_rev([_|L],M) :- member_rev(L,M).
member_rev([X|_],X).
```
3 Punkte

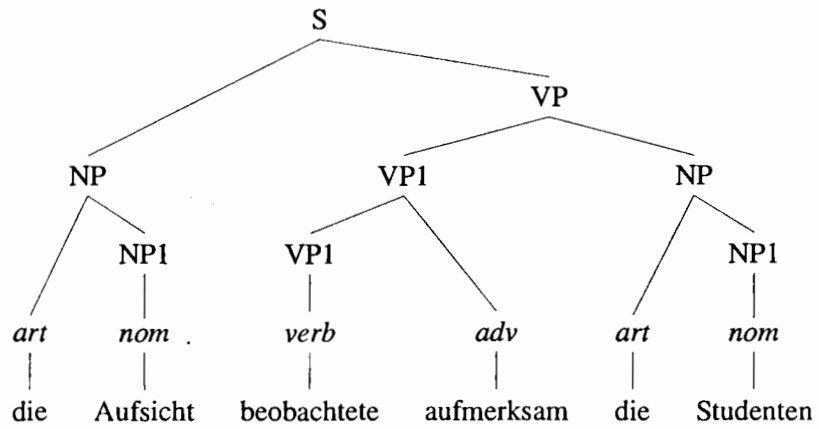
b)
```
cycle_free :-
    not(cycle(_)).

cycle(C) :-
    edge(Start_node, Next_node),
    cycle_find(Next_node, [Start_node], C).

cycle_find(Node, Visited_nodes, Visited_nodes) :-
    member(Node, Visited_nodes).

cycle_find(Node, Visited_nodes, C) :-
    edge(Node, Next_node),
    cycle_find(Next_node, [Node|Visited_nodes], C).
```
7 Punkte

Aufgabe 13: *12 Punkte*

a) Der Satz "Die Aufsicht beobachtete aufmerksam die Studenten" genügt *nicht* der gegebenen Grammatik, da das terminale Symbol (bzw. der Lexikoneintrag) "Studenten" nicht zur Grammatik gehört. Die Erweiterung der Grammatik um die folgende Regel behebt diesen Mangel:

nom → Studenten

Der zum Satz gehörige Konstituentenbaum (bzgl. der modifizierten Grammatik) hat folgende Gestalt:

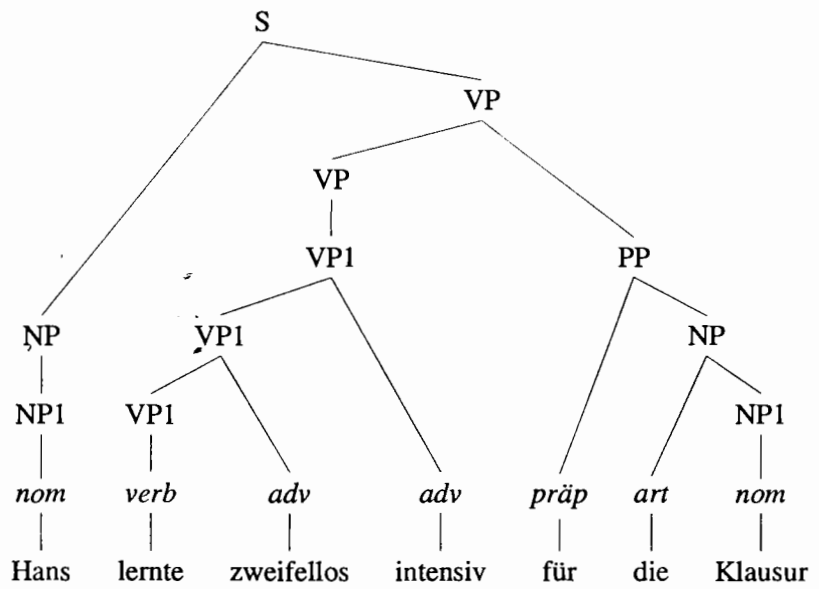


4 Punkte

b) Der Satz "Hans lernte zweifellos intensiv für die Klausur" genügt *nicht* der gegebenen Grammatik, da erstens das terminale Symbol (d.h. der Lexikoneintrag) "Hans" nicht bekannt ist, zweitens Präpositionalphrasen nicht vorgesehen sind und drittens Verbalphrasen ohne Nominalphrasen (d.h. intransitive Verben) ausgeschlossen sind. Die Erweiterung der Grammatik um die folgenden Regeln behebt diese Mängel:

nom	→	Hans
VP	→	VP PP
PP	→	*präp* NP
VP	→	VP1

Der zum Satz gehörige Konstituentenbaum (bzgl. der modifizierten Grammatik) hat folgende Gestalt:

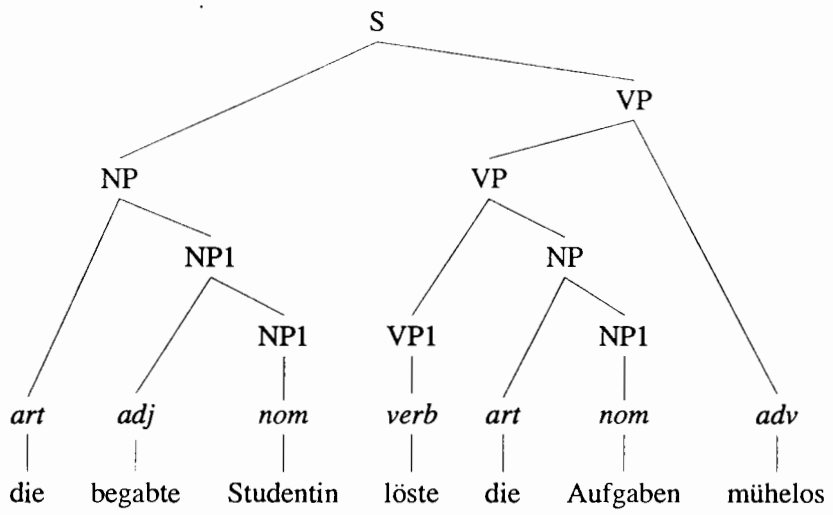


4 Punkte

c) Der Satz "Die begabte Studentin löste die Aufgaben mühelos" genügt *nicht* der gegebenen Grammatik, da ein Adverb nach einer Nominalphrase nicht zugelassen ist. Die Erweiterung der Grammatik um die folgende Regel behebt diesen Mangel:

VP → VP *adv*

Der zum Satz gehörige Konstituentenbaum (bzgl. der modifizierten Grammatik) hat folgende Gestalt:



4 Punkte

Aufgabe 14: *8 Punkte*

Die gesuchte F-Struktur hat die folgende Form:

$$\begin{bmatrix} \text{TEMP} & \text{präs} \\ \text{SUBJ} & \begin{bmatrix} \text{KAS} & \text{nom} \\ \text{NUM} & \text{pl} \\ \text{GEN} & \text{mask} \\ \text{PERS} & \text{dritte} \\ \text{SPEC} & \text{det} \\ \text{PRED} & \text{KURSTEILNEHMER} \end{bmatrix} \\ \text{OBJ} & \begin{bmatrix} \text{KAS} & \text{akk} \\ \text{NUM} & \text{sg} \\ \text{GEN} & \text{mask} \\ \text{PERS} & \text{dritte} \\ \text{SPEC} & \text{det} \\ \text{PRED} & \text{GRAMMATIKFORMALISMUS} \end{bmatrix} \\ \text{PRED} & \text{'KENNEN}\ \langle(\uparrow \text{SUBJ})(\uparrow \text{OBJ})\rangle\text{'} \end{bmatrix}$$