



Universität Koblenz-Landau  
Fachbereich Informatik

**Klausur**

***Künstliche Intelligenz für IM***

WS 2004/2005

Jun.-Prof. Dr. B. Beckert

19. Februar 2005

**Name, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Matrikel-Nr.:** \_\_\_\_\_

**Studiengang:**  Informationsmanagement (Bachelor)  
 Anderer: \_\_\_\_\_

**Freiversuch:**  ja  nein **Wenn Sie hier nichts ankreuzen, gilt das als „nein“**

| A1 (8) | A2 (17) | A3 (10) | A4 (10) | A5 (10) | A6 (5) | Σ (60) |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
|        |         |         |         |         |        |        |

**Bewertungstabelle bitte frei lassen !!!**

**Zum Bestehen der Klausur benötigen Sie 59 der erreichbaren 60 Punkte.**



**Wichtiger Hinweis:**

**Bei Ankreuzaufgaben wird für falsche Kreuze ein Punkt abgezogen!**

**Dabei werden insgesamt jedoch keinesfalls weniger als 0 Punkte für die jeweilige Teilaufgabe vergeben.**



## 1 Einführung (3 + 5 Punkte)

a) (3 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

|  |  |
|--|--|
| Eine Aktion ist genau dann rational, wenn sie durch logische Schlußfolgerungen zustande gekommen ist.  | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| Rationale Agenten führen die Aktionen aus, die die erwartete Gewinnfunktion ( <i>performance measure</i> ) unter Berücksichtigung der bisherigen Aktionen maximiert. | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Diskrete Environments haben im Gegensatz zu kontinuierlichen Environments nur endlich viele Zustände.  | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |

b) (5 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

**KI-Systeme sind *nach heutigem Stand der Technik in der Lage, ...***

|  |  |
|--|--|
| auf Weltmeister-Niveau Fußball zu spielen.   | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| Emails zu Werbe-Emails bzw. wichtige Emails zu klassifizieren.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| bestimmte Vorlieben der Benutzer zu erlernen.  | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| ein Auto eine Strecke von mehreren hundert Kilometern ohne menschliche Hilfe über die Straße zu steuern. | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| aus einer Menge von logischen Fakten neues Wissen abzuleiten.  | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |



## 2 Suchen (4 + 3 + 10 Punkte)

a) (4 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

|  |   |
|--|---|
| Die Eigenschaft <i>Optimalität</i> eines Suchverfahrens bedeutet, dass es schneller eine Lösung findet als andere Verfahren. | richtig <input type="checkbox"/>            |
|  | falsch <input checked="" type="checkbox"/>  |
| Die Eigenschaft <i>Vollständigkeit</i> eines Suchverfahrens bedeutet, dass es immer eine Lösung findet, wenn es eine gibt.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/> |
|  | falsch <input type="checkbox"/>             |
| Jedes optimale Suchverfahren ist auch ein vollständiges Verfahren.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/> |
|  | falsch <input type="checkbox"/>             |
| Bei gleichen Kosten für jeden Schritt ist Tiefensuche ein optimales Verfahren.   | richtig <input type="checkbox"/>            |
|  | falsch <input checked="" type="checkbox"/>  |

b) (3 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

|   |   |
|---|---|
| A*-Suche findet immer die Lösung mit den günstigsten Pfadkosten.  | richtig <input checked="" type="checkbox"/> |
|   | falsch <input type="checkbox"/>             |
| A*-Suche findet immer schneller eine Lösung als eine Breitensuche.  | richtig <input type="checkbox"/>            |
|   | falsch <input checked="" type="checkbox"/>  |
| Eine zulässige Heuristikfunktion für A*-Suche ist besser als eine andere Heuristik, wenn sie in jedem Fall kleinere Werte zum Ergebnis hat. | richtig <input type="checkbox"/>            |
|   | falsch <input checked="" type="checkbox"/>  |





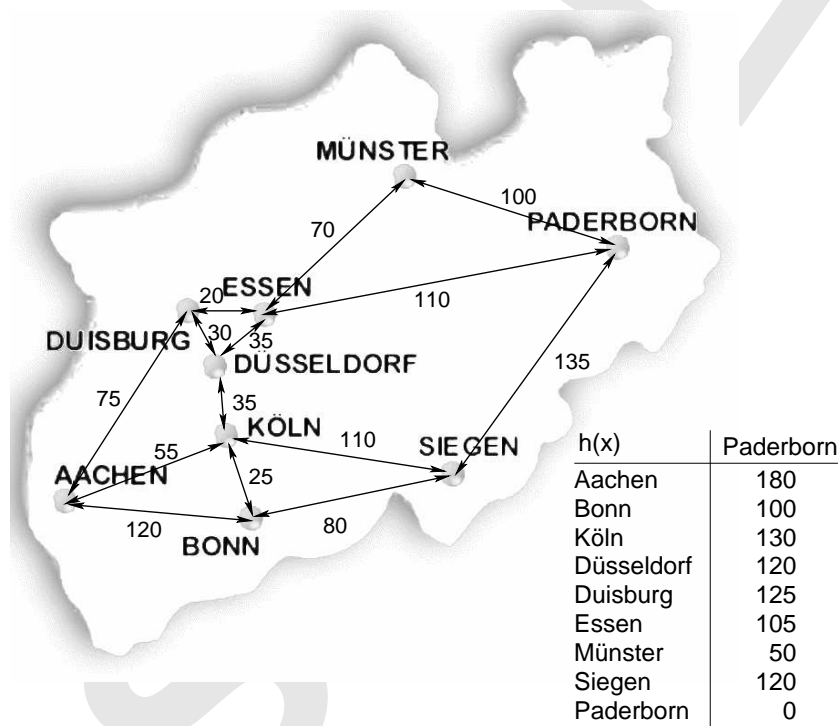
c) (10 Punkte)

Betrachten Sie den folgenden Suchraum. Die Zahlen an den Kanten zwischen den Städten sollen der tatsächlichen Fahrtzeit in Minuten entsprechen. In der Tabelle neben der Karte sehen sie die geschätzte Fahrtzeit für alle Städte zum Ziel in Paderborn. Ausgangspunkt der Suche soll die Stadt Aachen sein.

Geben Sie – für jede der unten aufgeführten Suchstrategien – die Reihenfolge an, in der die Knoten (Städte) bei der Suche expandiert werden.

Ein Knoten gilt als expandiert, wenn er als Zielzustand erkannt bzw. seine Kindknoten zur Liste der noch zu untersuchenden Knoten hinzugefügt worden sind. Kein Knoten soll in einem Pfad mehr als einmal expandiert werden, d.h. auf einem Weg wird keine Stadt mehr als einmal besucht.

Bei Breiten- und Tiefensuche werden die Kinder eines Elternknotens (die Nachbarstädte) vom Start in Aachen aus gesehen von links nach rechts expandiert.



Reihenfolge bei **Tiefensuche**:

Aachen, Duisburg, Essen, Münster, Paderborn

Reihenfolge bei **Breitensuche**:

Aachen, Duisburg, Köln, Bonn, Essen, Düsseldorf, Düsseldorf,  
Siegen, Bonn, Köln, Siegen, Münster, Paderborn

Reihenfolge bei **Uniform-Cost-Suche**:

Aachen, Duisburg, Köln, Bonn, Düsseldorf, Bonn, Siegen, Siegen, Paderborn

Reihenfolge bei **A\*-Suche**:

Aachen, Köln, Duisburg, Bonn, Bonn, Düsseldorf, Siegen, Siegen,  
Essen, Düsseldorf, Münster, Düsseldorf, Paderborn



### 3 Aussagenlogik (6 + 2 + 2 Punkte)

a) (6 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

|   |  |
|---|--|
| Jede aussagenlogische Formel, die erfüllbar ( <i>satisfiable</i> ) ist, ist zugleich allgemeingültig ( <i>valid</i> ).  | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| Jede aussagenlogische Formel, die allgemeingültig ( <i>valid</i> ) ist, ist auch erfüllbar ( <i>satisfiable</i> ).  | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Jede aussagenlogische Formel kann man in konjunktive Normalform umformen.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Eine Entscheidungstabelle ist ein vollständiger und korrekter Kalkül für aussagenlogische Formeln.  | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Ein korrekter Kalkül liefert in jedem Fall ein Ergebnis.  | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| Seien $KB, KB'$ beliebige Mengen aussagenlogischer Formeln und $A$ eine beliebige aussagenlogische Formel. Dann gilt:<br>Falls $KB \subseteq KB'$ und $KB \models A$ , dann $KB' \models A$ | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |

b) (2 Punkte)

Wie lautet die Distributivitätsregel, die erlaubt, aussagenlogische Formeln umzuformen? Es genügt, wenn Sie eine der beiden Varianten angeben.

**Lösung:**

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

c) (2 Punkte)

Formen Sie die Formel

$$(P \wedge (Q \rightarrow R) \rightarrow S)$$

in Klauselnormalform um. Sie müssen dabei nicht alle Zwischenschritte angeben.

**Lösung:**

$$\begin{aligned} (P \wedge (\neg Q \vee R) \rightarrow S) &\equiv \\ (P \wedge (Q \wedge R) \vee S) &\equiv \\ (P \wedge (Q \vee S) \wedge (R \vee S)) & \end{aligned}$$



#### 4 Prädikatenlogik (3 + 7 Punkte)

a) (3 Punkte)

Geben Sie eine prädikatenlogische Formel  $F$  an, die die folgende Aussage formalisiert:

*Nicht alle Mäuse streben die Weltherrschaft an.*

**Hinweis:**

Verwenden Sie

- das einstellige Prädikat  $m$  (für „ist Maus“), und
- das einstellige Prädikat  $w$  (für „strebt nach der Weltherrschaft“).

**Lösung:**

$$\neg \forall x (m(x) \rightarrow w(x))$$

b) (7 Punkte)

Zeigen Sie, dass folgende Formel  $G$  *keine* korrekte Formalisierung der Aussage aus Teilaufgabe a ist:

$$\exists x \neg (m(x) \wedge w(x))$$

Geben Sie dazu ein prädikatenlogisches Modell an, in dem

- Ihre Formel  $F$  aus Teilaufgabe a *falsch* ist und
- die Formel  $G$  *wahr* ist.

Begründen Sie kurz, warum das von Ihnen angegebene Modell diese Eigenschaft hat.

**Hinweis:**

Das Modell sollte nicht mehr als zwei Elemente haben.

**Lösung:**

Das Universum  $U$  des Modells bestehe aus dem beiden Elementen  $uf$  und  $pinky$ .

Die Interpretation  $I$  des Modells sei gegeben durch:

$$\begin{aligned} m^I &= \{pinky\} \\ w^I &= \{uf, pinky\} \end{aligned}$$

Die Formel  $F$  ist in diesem Modell falsch, weil es genau eine Maus  $pinky$  gibt, und die strebt nach der Weltherrschaft. Formt man  $F$  um, steht da:  $\exists x (m(x) \wedge \neg w(x))$ ; d.h. es muss mindestens eine Maus geben, die nicht nach der Weltherrschaft strebt; die gibt es hier aber nicht.

Die Formel  $G$  ist in diesem Modell wahr, weil es Elemente im unserem Universum gibt, die keine Mäuse sind: Zieht man die Negation in die Klammer, sieht  $G$  so aus:  $\exists x (\neg m(x) \vee \neg w(x))$ ; d.h. die Formel ist wahr, sobald es ein Element in unserem Universum gibt, das keine Maus ist (hier:  $uf$ ).



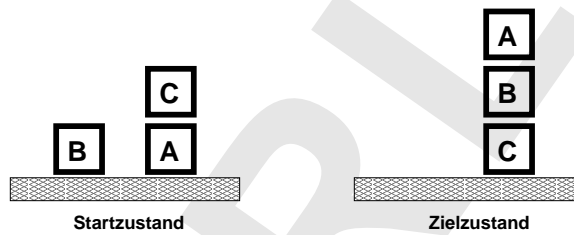
### 5 Planen (10 Punkte)

Die folgenden beiden STRIPS-Operatoren seien gegeben (dies sind Standard-Operatoren der *Blocks world*).

Action:  $putOn(x,y)$   
 Precond:  $clear(x) \wedge on(x,z) \wedge clear(y)$   
 Effect:  $on(x,y) \wedge clear(z) \wedge \neg on(x,z) \wedge \neg clear(y)$

Action:  $putOnTable(x)$   
 Precond:  $clear(x) \wedge on(x,z)$   
 Effect:  $on(x,Table) \wedge clear(z) \wedge \neg on(x,z)$

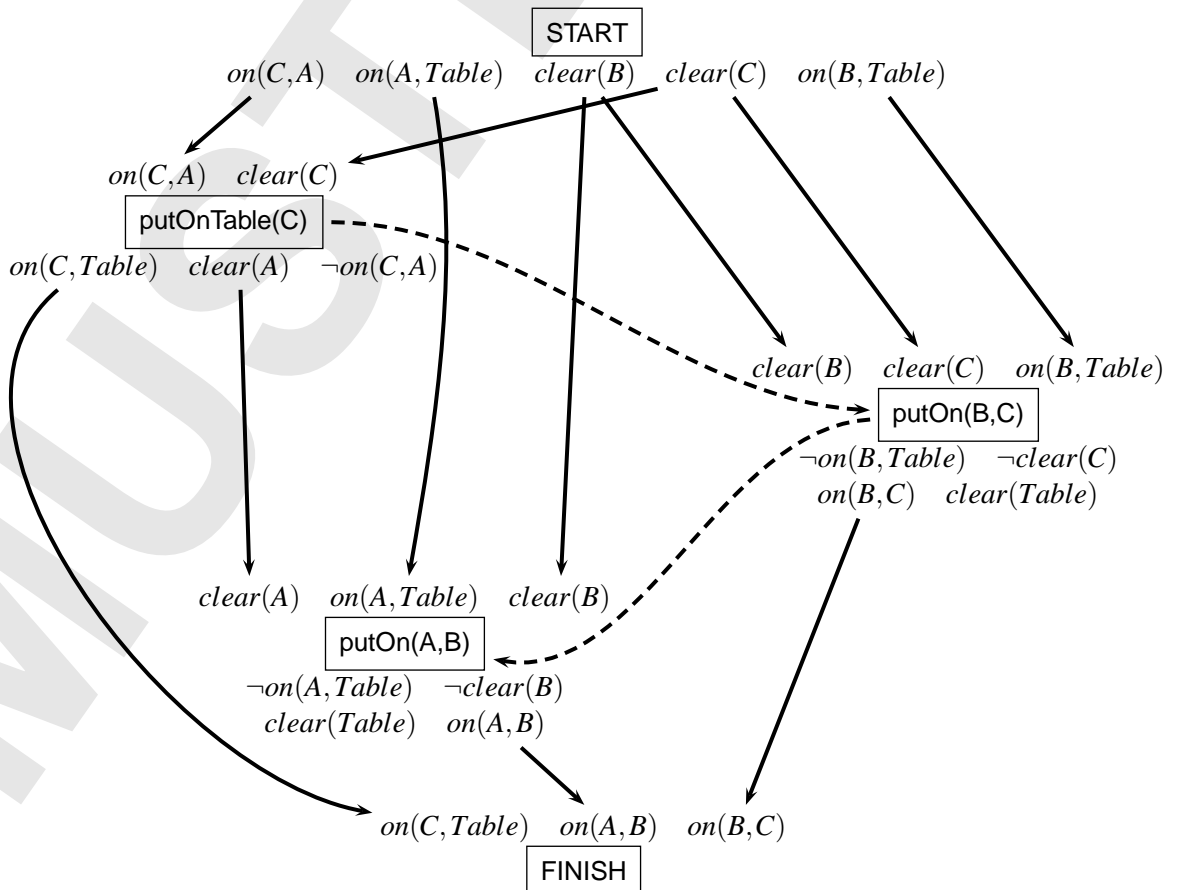
Gegeben seien folgende Start- und Zielzustände:



Verwenden Sie den POP-Algorithmus, um den unten dargestellten partiellen Plan zu vervollständigen.

**Hinweis:**

Zeichnen Sie neben den notwendigen zusätzlichen Aktionen auch deren Vorbedingungen (*preconditions*) und Effekte sowie die kausalen Links und die zur Beseitigung von Clobberings notwendigen Ordnungsconstraints (*ordering constraints*) ein.







## 6 Verschiedenes (5 Punkte)

Entscheiden Sie durch Ankreuzen, ob die folgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

|  |  |
|--|--|
| Ein Attribut ist dann besonders geeignet als erstes (d. h. an der Wurzel) in einem Entscheidungsbaum verwendet zu werden, wenn es die Beispielmenge in möglichst <i>gleich</i> große Teilmengen teilt. | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Für einen Agenten, der in einer unbekanntem Umgebung agieren soll, ist Lernfähigkeit sehr wichtig.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| <i>Ockham's Razor</i> besagt: Man soll diejenige Hypothese wählen, die am konsistentesten ist mit den Beobachtungen bzw. Lernbeispielen.   | richtig <input type="checkbox"/><br>falsch <input checked="" type="checkbox"/> |
| Ein wesentliches Problem bei der Spracherkennung ist die häufig auftretende syntaktische und/oder semantische Mehrdeutigkeit ( <i>ambiguity</i> ) natürlicher Sprache.                                 | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |
| Ein wesentlicher Schritt bei der Bilderkennung ist die Kanten-Detektion.   | richtig <input checked="" type="checkbox"/><br>falsch <input type="checkbox"/> |

