Klausur Planen und Entscheiden SS 2009 Lösung

Jan Strohbeck Michael Kaps Tobias Häußer Dominik Bergen Kowsikan Sathiyamoorthy

1. Juli 2016, Aalen

Inhaltsverzeichnis A

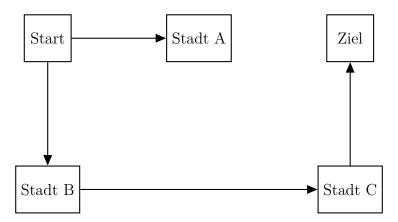
Inhaltsverzeichnis

ln	Inhaltsverzeichnis A				
1	Aufg 1.1 1.2 1.3	gabe Erreicht der Agent immer sein Ziel?	1 1 1		
	1.4	Eigenschaften der Arbeitsumgebung	2		
	1.5 1.6 1.7	Optimale Landkarte	2 3 4		
2	Auf ₃ 2.1 2.2	gabe Zulässigkeit	5 5		
3	Aufg 3.1 3.2 3.3	gabe Variablen, Wertebereiche	7 7 8		
4	Aufg 4.1 4.2 4.3 4.4	Beschreibung des Problems	10 10 10 10 13		
5	5.1 5.2 5.3 5.4	Einzeichnen von Vorbedingungen und Effekten	14 15 16 16 17		
	5.5	Linearisierungen	17		

1 Aufgabe

1.1 Erreicht der Agent immer sein Ziel?

Nein, da er so unter Umständen in eine Sackgasse gelangen könnte und nicht mehr herausfinden würde (s. untenstehende Skizze).



So würde der Agent immer zwischen den Städten "Start" und "Stadt A" pendeln und nie sein Ziel erreichen.

1.2 Ordnen Sie dem Agenten einen Agententyp zu

 \rightarrow Reflexagent

1.3 Arbeitsumgebung

Performance Der Agent muss auf dem kürzesten Weg das Ziel erreichen

 \rightarrow z.B. zurückgelegte Strecke wird negativ bewertet, höchster Wert (kleinste Strecke) ist der höchste Wert

Environment Städte, Straßen zwischen Städten

Actuators Möglichkeit, sich in eine Stadt zu bewegen, die mit der aktuellen Stadt über eine Straße verbunden ist

Sensors • spezieller Kompass, der immer auf das Ziel zeigt

• erkennt von der aktuellen Stadt ausgehende Straßen

1.4 Eigenschaften der Arbeitsumgebung

teilweise beobachtbar Es ist nicht sofort bekannt, welche Städte und Straßen existieren (nur die Start-Stadt und davon ausgehende Straßen).

deterministisch Kein Zufall, Umgebung ändert sich nicht stategisch bzw. gar nicht

eqisodisch Für den Agenten hängen seine Entscheidungen nicht von den vorherigen Entscheidungen ab.

statisch Es ändern sich z.B. keine Verbindungen zwischen Städten zur Laufzeit, alles ist statisch.

diskret Der Agent kann sich nur in diskreten Zuständen befinden (in Städten), nicht etwa zwischen Städten. Die Zeitintervalle zwischen Aktionen sind auch diskret.

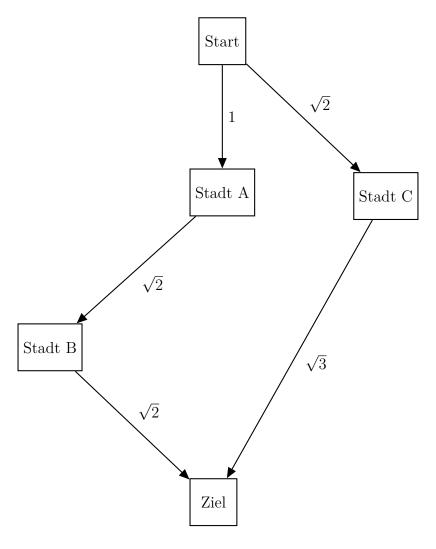
Einzelagent Es existieren keine weiteren Agenten.

1.5 Optimale Landkarte



Agent bewegt sich über Stadt A direkt zum Ziel. Dies ist die optimale Lösung.

1.6 Nicht optimale Landkarte



Weg des Agenten (Start \rightarrow Stadt A \rightarrow Stadt B \rightarrow Ziel):

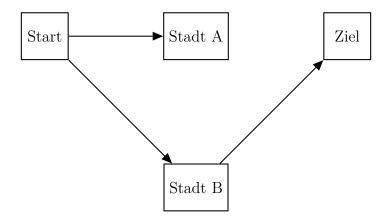
$$w_1 = 1 + 2 \cdot \sqrt{2} \approx 3.828427125$$

Optimaler Weg (Start \rightarrow Stadt C):

$$w_o = \sqrt{2} + \sqrt{3} \approx 3.14626437$$

Die Karte aus Kap. 1.7 passt hier auch, da der Agent nie ins Ziel kommt, was ebenfalls nicht optimal ist.

1.7 vs. Zufalls-Agent



Der Agent würde hier nie zum Ziel kommen (s. Kap. 1.1), ein zufällig agierender Agent hätte hier zumindest eine Wahrscheinlichkeit ungleich Null, irgendwann zum Ziel zu kommen. Dies ist jedoch nicht garantiert, da auch hier bei ungünstigen Entscheidungen der Agent in eine Endlosschleife gelangen könnte, ohne je ins Ziel zu kommen.

2 Aufgabe

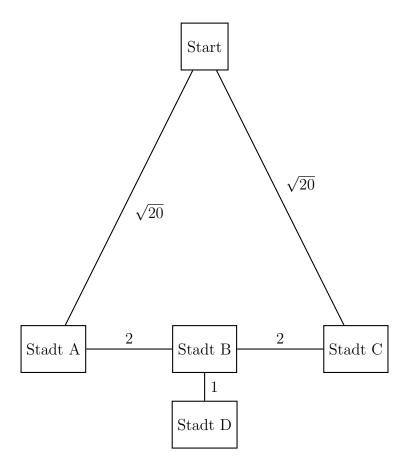
2.1 Zulässigkeit

- $h_1(n)$: Luftlinienentfernung des zu n gehörenden Knotens zum Startknoten Zulässig, da von jedem Knoten aus für einen Rundweg noch mindestens die Distanz zum Startknoten zurückgelegt werden muss. Die Luftlinienentfernung zum Startknoten ist dabei immer kleiner oder gleich der tatsächlich benötigten Distanz zum Startknoten (evtl. über mehrere Zwischenknoten).
- $h_2(n)$: kürzester Pfad des zu n gehörenden Knotens zum Startknoten Zulässig, da von jedem Knoten aus für einen Rundweg noch mindestens die Distanz zum Startknoten zurückgelegt werden muss. Der kürzeste Pfad von diesem Knoten entspricht genau dieser Distanz.
- $h_3(n)$: Summe der Entfernungen der im Zustand n noch nicht besuchten Knoten zu dem Nachbarknoten mit der geringsten Entfernung

Zulässig, da die Strecke zu jedem noch unbesuchten Knoten noch zurückgelegt werden muss und diese im günstigsten Fall nur jene zum Nachbarknoten ist.

 $h_4(n)$: Summe der Luftlinienentfernungen aller im Zustand n noch nicht besuchten Knoten zum Startknoten

Nicht zulässig, Gegenbeispiel (noch keine Stadt besucht):



$$h_4(\text{Stadt A}) = 4 + 5 + \sqrt{20}$$

 $k(\text{Stadt A}) = 2 + 1 + 1 + 2 + \sqrt{20}$

2.2 Dominanz

- $h_1(n) \leq h_2(n)$ weil Luftlinienentfernung zu einem Knoten nie größer als Pfad zu einem Knoten (Dreiecksungleichung)
- $h_3(n)$ kann nicht eingeordnet werden:
 - $-h_3(n) < h_1(n)$ wenn n und die anderen nicht besuchten Knoten dicht zusammen liegen, aber weit vom Startknoten entfernt sind.
 - $-h_3(n) > h_2(n)$ wenn n nahe am Startknoten, die anderen nicht besuchten Knoten aber weit von einander entfernt sind.
- $h_4(n)$ ist nicht zulässig \rightarrow Voraussetzung für Dominanz nicht erfüllt.

3 Aufgabe

3.1 Variablen, Wertebereiche

- Variablen:
 - Feld $_{i,j} \to \text{Zahl}$ im Feld in Zeile i und Spalte j
 - $-i, j \in \{0, 1, 2, 3\}$
 - Feld_{0.0} befindet sich in der oberen linken Ecke.
- (Basis-)Wertebereiche:
 - $\ \mathrm{Feld}_{i,j} \in \left\{1,2,3,4\right\}, \quad i,j \in \left\{0,1,2,3\right\}$
- Constraints (nicht verlangt):
 - alldiff(Feld_{0,j}, Feld_{1,j}, Feld_{2,j}, Feld_{3,j}), $j \in \{0, 1, 2, 3\}$
 - alldiff(Feld_{i,0}, Feld_{i,1}, Feld_{i,2}, Feld_{i,3}), $j \in \{0, 1, 2, 3\}$
 - alldiff(Feld_{m,n}, Feld_{m,n+1}, Feld_{m+1,n}, Feld_{m+1,n+1}), $m, n \in \{0, 2\}$

3.2 aktuelle Wertebereiche der Variablen

- $Feld_{0,0} \in \{2,3\}$
- $\text{Feld}_{0,1} \in \{2,3\}$
- Feld_{0,2} $\in \{1,4\}$
- Feld_{0,3} \in {3} (bereits zugewiesen)
- Feld_{1,0} $\in \{2,3,4\}$
- Feld_{1,1} \in {1} (bereits zugewiesen)
- Feld_{1,2} $\in \{4\}$
- Feld_{1,3} \in {2}
- Feld_{2.0} $\in \{1, 3\}$
- Feld_{2,1} $\in \{3\}$

- Feld_{2,2} \in {2} (bereits zugewiesen)
- Feld_{2,3} \in {4} (bereits zugewiesen)
- Feld_{3,0} $\in \{1, 2, 3, 4\}$
- Feld_{3,1} $\in \{2, 3, 4\}$
- Feld_{3,2} $\in \{1,3\}$
- Feld_{3,3} $\in \{1\}$

3.3 Lösen des Sudokus

- \rightarrow Anwenden der Minimum-Remaining-Values-Heuristik (MRV):
- 1. Iteration:
 - Wählen der noch nicht zugewiesenen Variable mit dem kleinsten Wertebereich, z.B. Feld $_{3,3} \in \{1\}$.
 - Probieren des ersten Wertes (hier der einzige Wert): $Feld_{3,3} = 1$
 - Forward-Checking ändert Wertebereiche:
 - $\text{ Feld}_{3,2} \in \{3\}$
 - $\text{ Feld}_{3,0} \in \{2,3,4\}$

2. Iteration:

- Wählen der noch nicht zugewiesenen Variable mit dem kleinsten Wertebereich,
 z.B. Feld_{3,2} ∈ {3}.
- Probieren des ersten Wertes (hier der einzige Wert): $\mathrm{Feld}_{3,2}=3$
- Forward-Checking ändert Wertebereiche:
 - $\text{ Feld}_{3,0} \in \{2,4\}$
 - $\text{ Feld}_{3,1} \in \{2,4\}$

3. Iteration:

- Wählen der noch nicht zugewiesenen Variable mit dem kleinsten Wertebereich,
 z.B. Feld_{1,2} ∈ {4}.
- Probieren des ersten Wertes (hier der einzige Wert): Feld_{1,2} = 4
- Forward-Checking ändert Wertebereiche:
 - $\text{ Feld}_{0,2} \in \{1\}$

$$- \operatorname{Feld}_{1,0} \in \{2,3\}$$

4. Iteration:

- Wählen der noch nicht zugewiesenen Variable mit dem kleinsten Wertebereich, z.B. $\mathrm{Feld}_{0,2} \in \{1\}$
- Probieren des ersten Wertes (hier der einzige Wert): $\mathrm{Feld}_{0,2}=1$

4 Aufgabe

4.1 Beschreibung des Problems

- \rightarrow atomare Sätze sind entweder
 - z.B. Antilope_rot ist wahr, wenn die Antilope die rote Karte gezogen hat und Antilope_blau ist wahr, wenn die Antilope die blaue Karte gezogen hat oder
 - leichter zu vereinfachen: Es existiert nur z.B. Antilope_rot, denn Antilope_blau = ¬Antilope_rot

4.2 Sätze für Giraffe und Elefant

• Antilope sagt: Papagei rot, Hyäne blau

```
\begin{split} &(\texttt{Antilope\_rot} \Rightarrow ((\texttt{Papagei\_rot} \land \texttt{Hy\"{a}ne\_blau}) \lor (\neg \texttt{Papagei\_rot} \land \neg \texttt{Hy\"{a}ne\_blau}))) \land \\ &(\texttt{Antilope\_blau} \Rightarrow ((\neg \texttt{Papagei\_rot} \land \texttt{Hy\"{a}ne\_blau}) \lor (\texttt{Papagei\_rot} \land \neg \texttt{Hy\"{a}ne\_blau}))) \\ &\texttt{Mit} *\_\texttt{blau} \Leftrightarrow \neg *\_\texttt{rot} : \\ &(\texttt{Antilope\_rot} \Rightarrow ((\texttt{Papagei\_rot} \land \neg \texttt{Hy\"{a}ne\_rot}) \lor (\neg \texttt{Papagei\_rot} \land \texttt{Hy\"{a}ne\_rot}))) \land \\ &(\neg \texttt{Antilope} \ \texttt{rot} \Rightarrow ((\neg \texttt{Papagei} \ \texttt{rot} \land \neg \texttt{Hy\"{a}ne} \ \texttt{rot}) \lor (\texttt{Papagei} \ \texttt{rot} \land \texttt{Hy\"{a}ne} \ \texttt{rot}))) \end{split}
```

• Elefant sagt: Papagei blau, Schlange rot

```
 \begin{split} & (\texttt{Elefant\_rot} \Rightarrow ((\texttt{Papagei\_blau} \land \texttt{Schlange\_rot}) \lor (\neg \texttt{Papagei\_blau} \land \neg \texttt{Schlange\_rot}))) \land \\ & (\texttt{Elefant\_blau} \Rightarrow ((\neg \texttt{Papagei\_blau} \land \texttt{Schlange\_rot}) \lor (\texttt{Papagei\_blau} \land \neg \texttt{Schlange\_rot}))) \\ & \texttt{Mit} *\_\texttt{blau} \Leftrightarrow \neg *\_\texttt{rot} : \\ & (\texttt{Elefant\_rot} \Rightarrow ((\neg \texttt{Papagei\_rot} \land \texttt{Schlange\_rot}) \lor (\texttt{Papagei\_rot} \land \neg \texttt{Schlange\_rot}))) \land \\ & (\neg \texttt{Elefant\_rot} \Rightarrow ((\texttt{Papagei\_rot} \land \texttt{Schlange\_rot}) \lor (\neg \texttt{Papagei\_rot} \land \neg \texttt{Schlange\_rot}))) \\ \end{aligned}
```

4.3 Resolution

Können Sie die Fragestellung an das Faultier durch einmalige Anwendung der Resolution lösen? \rightarrow Nein, da mit dem Algorithmus immer nur versucht werden kann, ein einzelnes Literal oder dessen Negation aus den vorhandenen Sätzen abzuleiten.

Zur Anwendung des Resolutionsalgorithmus wird die Wissensbasis zunächst in die Konjunktive Normalform gebracht:

```
KB = (Antilope\_rot \Rightarrow ((Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot) \lor (\neg Papagei\_rot \land Hy"ane\_rot))) \land (\neg Papagei\_rot \land Hy"ane\_rot))
                                               (\neg Antilope\_rot \Rightarrow ((\neg Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot) \lor (Papagei\_rot \land Hy"ane\_rot))) \land 
                                                (Elefant\_rot \Rightarrow ((\neg Papagei\_rot \land Schlange\_rot) \lor (Papagei\_rot \land \neg Schlange\_rot))) \land (Papagei\_rot))
                                                (\neg Elefant rot \Rightarrow ((Papagei rot \land Schlange rot) \lor (\neg Papagei rot \land \neg Schlange rot)))
                               = (\neg Antilope\_rot \lor ((Papagei\_rot \land \neg Hyäne\_rot) \lor (\neg Papagei\_rot \land Hyäne\_rot))) \land
                                                (Antilope\_rot \lor ((\neg Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot) \lor (Papagei\_rot \land Hy"ane\_rot))) \land (Antilope\_rot \lor ((\neg Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot))) \land (Antilope\_rot))) \land (Antilope\_rot)
                                               (\neg Elefant rot \lor ((\neg Papagei rot \land Schlange rot) \lor (Papagei rot \land \neg Schlange rot))) \land
                                                (Elefant\_rot \lor ((Papagei\_rot \land Schlange\_rot) \lor (\neg Papagei\_rot \land \neg Schlange\_rot)))
                               =(\neg Antilope rot \lor (
                                                                ((Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot) \lor \neg Papagei\_rot) \land
                                                                ((Papagei\_rot \land \neg Hy"ane\_rot) \lor Hy"ane\_rot)
                                                               )) \wedge
                                                (Antilope_rot∨(
                                                                ((\neg Papagei rot \land \neg Hyäne rot) \lor Papagei rot) \land
                                                               ((\neg Papagei rot \land \neg Hyäne rot) \lor Hyäne rot)
                                                               )) \wedge
                                                (\neg \texttt{Elefant}\_\texttt{rot} \lor (
                                                                ((\neg Papagei rot \land Schlange rot) \lor Papagei rot) \land
                                                               ((\neg Papagei rot \land Schlange rot) \lor \neg Schlange rot)
                                                               )) \wedge
                                               (Elefant_rot ∨ (
                                                                ((Papagei\_rot \land Schlange\_rot) \lor \neg Papagei\_rot) \land
                                                                ((Papagei rot \land Schlange rot) \lor \negSchlange rot)
                                                               ))
                               = (\neg \texttt{Antilope\_rot} \lor (
                                                                ((Papagei\_rot \lor \neg Papagei\_rot) \land (\neg Hy"ane\_rot \lor \neg Papagei\_rot)) \land (\neg Hy
                                                                ((Papagei\_rot \lor Hy"ane\_rot) \land (\neg Hy"ane\_rot \lor Hy"ane\_rot)) \land
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          True
                                                               ) \wedge
                                                (Antilope_rot ∨ (
                                                               ((\neg Papagei\_rot \lor Papagei\_rot) \land (\neg Hyäne\_rot) \lor (\neg Hyäne\_rot) \lor
                                                               ((\neg Papagei\_rot \lor Hy"ane\_rot) \land (\neg Hy"ane\_rot \lor Hy"ane\_rot))
                                                               ) \wedge
                                                (\neg \texttt{Elefant rot} \lor (
                                                               ((\neg Papagei\_rot \lor Papagei\_rot) \land (Schlange\_rot) \lor Papagei\_rot) \land
                                                                ((\neg Papagei\_rot \lor \neg Schlange\_rot) \land (Schlange\_rot \lor \neg Schlange\_rot))
                                                               ) \wedge
                                                (Elefant_rot \lor (
                                                                ((Papagei\_rot \lor \neg Papagei\_rot) \land (Schlange\_rot \lor \neg Papagei\_rot)) \land (Schlange[rot \lor \neg Papagei\_rot)) \land (Schlanger)
                                                                ((Papagei rot \vee \negSchlange rot) \wedge (Schlange rot \vee \negSchlange rot))
```

```
= (\neg Antilope\_rot \lor ((\neg Hy"ane\_rot \lor \neg Papagei\_rot) \land (Papagei\_rot \lor Hy"ane\_rot))) \land
  (Antilope rot \vee ((\negHyäne rot \vee Papagei rot) \wedge (\negPapagei rot \vee Hyäne rot)))\wedge
  (\neg Elefant rot \lor ((Schlange rot \lor Papagei rot) \land (\neg Papagei rot \lor \neg Schlange rot))) \land
  (Elefant\_rot \lor ((Schlange\_rot \lor \neg Papagei\_rot) \land (Papagei\_rot \lor \neg Schlange\_rot)))
= (\neg Antilope rot \lor \neg Hyäne rot \lor \neg Papagei rot) \land
                                                                                                 (A)
  (\neg Antilope rot \lor Papagei rot \lor Hyäne rot) \land
                                                                                                 (B)
  (Antilope_rot ∨ ¬Hyäne_rot ∨ Papagei_rot)∧
                                                                                                 (C)
  (Antilope_rot ∨ ¬Papagei_rot ∨ Hyäne_rot)∧
                                                                                                 (D)
  (\neg Elefant\_rot \lor Schlange\_rot \lor Papagei\_rot) \land
                                                                                                 (E)
                                                                                                 (F)
  (\neg Elefant\_rot \lor \neg Papagei\_rot \lor \neg Schlange\_rot) \land
  (Elefant rot \vee Schlange rot \vee \negPapagei rot)\wedge
                                                                                                 (G)
  (Elefant_rot ∨ Papagei_rot ∨ ¬Schlange_rot)
                                                                                                 (H)
```

Resolutionsalgorithmus: Um zu zeigen, dass Elefant_rot gilt, nehmen wir ¬Elefant_rot (I) an. Dann leiten wir damit neue Sätze ab:

- Aus Kombination von I und E folgt: Schlange_rot ∨ Papagei_rot (J)
- Aus Kombination von J und G folgt: Elefant_rot ∨ Schlange_rot (K)
- Aus Kombination von K und H folgt: Elefant_rot ∨ Papagei_rot (L)
- Aus Kombination von L und I folgt: Papagei_rot (M)
- Aus Kombination von M und D folgt: Antilope_rot ∨ Hyäne_rot (N)

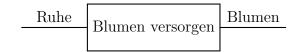
Wie geht's weiter???

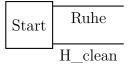
4.4 Problemart

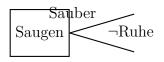
Logikpuzzle???

5 Aufgabe

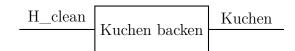
5.1 Einzeichnen von Vorbedingungen und Effekten



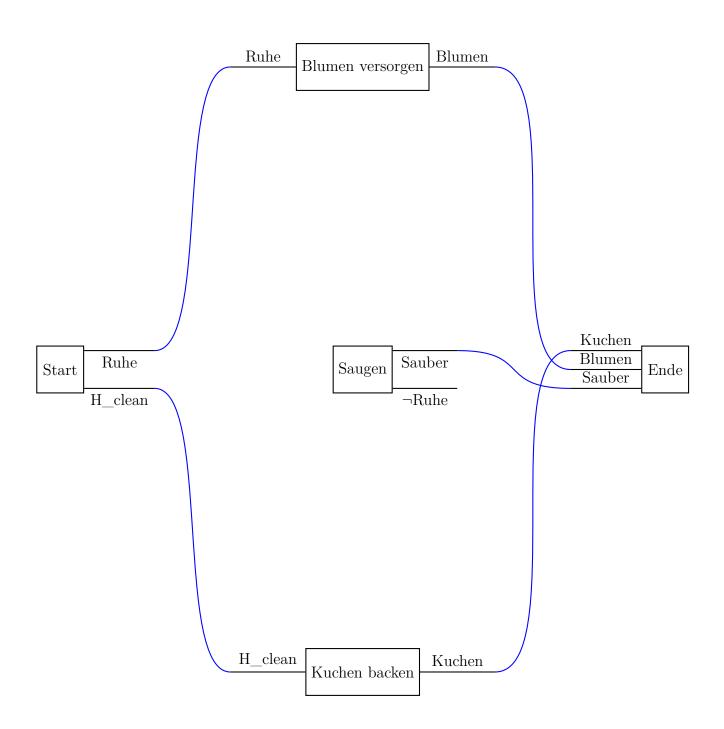




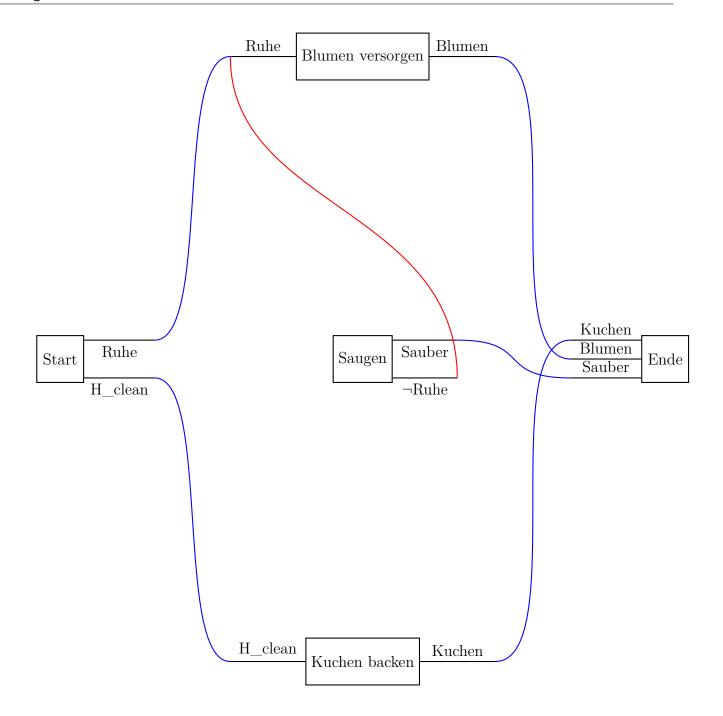
	Kuchen	
	Blumen	D 1
	Sauber	Ende
_	<u> </u>	1



5.2 Causal Links



5.3 Threads



5.4 Ordnungsrelationen

- Blumen versorgen < Saugen

5.5 Linearisierungen

- Blumen versorgen \rightarrow Saugen \rightarrow Kuchen backen

- Kuchen Backen \rightarrow Blumen versorgen \rightarrow Saugen
- Blumen versorgen \rightarrow Kuchen Backen \rightarrow Saugen