

## Intelligente Systeme im WWW

Dr. Pascal Hitzler, Dr. York Sure, Markus Krötzsch, Daniel Politz  
Sommersemester 2005

### Übung 4: OWL+Rules und F-Logik (20.6.2005)

---

**Hinweis zur ersten Aufgabe:** Mit Hilfe von Erweiterungen wie *blocking* wird sichergestellt, dass jedes Tableau für (geeignete) Beschreibungslogiken irgendwann fertiggestellt werden kann. Dies ist dann erreicht, wenn keine Regel mehr sinnvoll anwendbar ist (entweder, weil die entsprechenden Formeln schon früher erzeugt wurden, oder weil die Regelanwendung geblockt ist).

Nach wie vor ist die Herleitung eines *abgeschlossenen* Tableaus ein Beweis für die Unerfüllbarkeit einer Formel (oder Wissensbasis). Wird allerdings das Tableau fertiggestellt und ist dennoch nicht abgeschlossen, dann beweist das die Erfüllbarkeit der Formel. Im Gegensatz zu FOL kann man mit Tableaus in DL also nicht nur Unerfüllbarkeit (und damit Allgemeingültigkeit), sondern auch Erfüllbarkeit (und damit Widerlegbarkeit) nachweisen.

**Aufgabe 4.1** Beweisen Sie mit Hilfe des Tableauverfahrens die Erfüllbarkeit oder Unerfüllbarkeit der folgenden Wissensbasen. Verwenden Sie dazu die Regeln von Folie 57.

*Tipp: Zum Herstellen der Negationsnormalform beim Auflösen der T-Box-Axiome benötigen Sie die semantische Äquivalenz von „ $\neg\exists$  rolle.Klasse“ und „ $\forall$  rolle. $\neg$ Klasse.“*

- (a)  $\text{Pizza} \sqcap \text{PizzaBelag} \sqsubseteq \perp$       Nichts ist gleichzeitig Pizza und Pizzabelag.  
 $\exists \text{ hatBelag.PizzaBelag} \sqsubseteq \text{Pizza}$       Alles was einen Pizzabelag hat, ist eine Pizza.  
 $\text{PizzaBelag}(\text{käse})$       Der Käse ist ein Pizzabelag.  
 $\text{PizzaBelag}(\text{aubergine})$       Die Aubergine ist ein Pizzabelag.  
 $\text{hatBelag}(\text{aubergine, käse})$       Die Aubergine wurde mit Käse belegt.
- (b)  $\text{Student} \sqsubseteq \exists \text{ besucht.Vorlesung}$       Jeder Student besucht eine Vorlesung.  
 $\text{Vorlesung} \sqsubseteq \exists \text{ besuchtVon.}(\text{Student} \sqcap \text{Fleißig})$       In jeder Vorlesung ist auch ein fleißiger Student.  
 $\text{Student}(\text{heiner})$       Heiner ist Student,  
 $\neg\text{Fleißig}(\text{heiner})$       aber nicht fleißig.

**Aufgabe 4.2** Wandeln Sie die beiden Wissensbasen aus Aufgabe 4.1 in Klauselform um. Drücken Sie dazu die Formeln zunächst in FOL aus und wandeln Sie diese anschließend in Klauseln um.

**Aufgabe 4.3** Modellieren Sie die folgenden Zusammenhänge aus der griechischen Mythologie mit Hilfe der Ontologiesprache F-Logik. Verwenden Sie *Nesting* (Einbettung) zur Vereinfachung der Darstellung.

*Zeus, Sohn des Gottes Kronos und der Göttin Rhea, ist der oberste olympische Gott in der griechischen Mythologie. Götter und Göttinnen sind Unsterbliche, während Männer und Frauen zu den Sterblichen zählen. Zeus' erste Gattin war Metis, ihr folgten Themis und schließlich Hera, deren Eltern ebenfalls Kronos und Rhea waren. Alkmene, die sterbliche Gattin des Mannes Amphitryon, hat gemeinsam mit Zeus den Sohn Herakles.*

*Die Hydra ist ein Seeungeheuer mit mindestens neun verschiedenen Köpfen, welches durch Herakles bekämpft wurde. Seeungeheuer sind spezielle Ungeheuer. Ein Sterblicher, der gegen ein Ungeheuer kämpft, ist ein Held.*

*Die direkten Vorfahren einer Person sind ihr Vater und ihre Mutter. Ein Halbgott ist eine Person, die sowohl Menschen als auch Götter unter ihren direkten Vorfahren hat. Halbgötter sind sterblich.*

(Weitere Details sind in der Wikipedia zu finden.)

**Aufgabe 4.4** Modellieren Sie die Wissensbasis aus Aufgabe 4.3 mit den Ausdrucksmitteln der Beschreibungslogik.

**Aufgabe 4.5** Betrachten Sie die folgenden Erweiterungen der obigen Wissensbasis:

*Nur ein schlechter Sohn würde gegen seinen eigenen Vater kämpfen. Kronos aber hatte seinen eigenen Vater bekämpft und entmachtet, und auch Zeus stürzte Kronos später im Kampf. Herakles dagegen hat seinen Vater nicht bekämpft.*

*Zu den Vorfahren einer Person zählen nicht nur ihre Vorfahren, sondern auch alle direkten Vorfahren ihrer Vorfahren.<sup>1</sup>*

- (a) Erweitern Sie Ihre F-Logik-Spezifikation aus Aufgabe 4.3 um diese zusätzlichen Informationen.
- (b) Können die obigen Definitionen von „Vorfahre“ und „schlechter Sohn“ jeweils ohne Regelerweiterungen in DL beschrieben werden? Wie ist es mit dem Fakt, dass Kronos seinen Vater bekämpft hat?<sup>2</sup>
- (c) Erweitern Sie nun, soweit möglich, auch Ihre DL-Spezifikation aus Aufgabe 4.4 um die neuen Fakten. Beschreiben Sie die nicht in DL darstellbaren Begriffe durch SWRL-Regeln.
- (d) Geben Sie zu jeder unter (c) eingeführten Regel eine Variante an, die DL-safe ist. Führen Sie dazu ein Hilfsprädikat  $O(X)$  für alle bekannten Individuen ein, wie in der Vorlesung besprochen.

---

<sup>1</sup>Offensichtlich ist der Begriff „Vorfahren“ also *rekursiv* definiert.

<sup>2</sup>Tipp: Vergleichen Sie dazu das Beispiel von Romulus und Remus aus der Vorlesung.

(e) Formulieren Sie in F-Logik Anfragen nach

- allen schlechten Söhnen, die Götter sind oder mit einer Göttin vermählt waren, und
- nach allen Sterblichen, die keine schlechten Söhne sind.

Welche Ergebnisse würde man jeweils erhalten?

(f) Formulieren Sie die obigen Anfragen als DL-Klassen. Welche Individuen der erweiterten DL-Ontologie würden diesen Klassen jeweils zugeordnet? Wie verändert sich das Ergebnis, wenn man alle Regeln durch ihre DL-safe Variante ersetzt?

**Aufgabe 4.6** Wie in der Vorlesung besprochen, ist DLP der Teil von OWL-DL, den man als ein definites Logikprogramm gleicher Semantik ausdrücken kann.

(a) Zeigen Sie, dass die folgenden Ausdrücke zu DLP gehören, indem Sie sie in semantisch äquivalente Horn-Klauseln umformen.

$\text{Frau} \sqcup \text{Mann} \sqsubseteq \text{Mensch}$	$\text{elterVon} \equiv \text{kindVon}^-$
$\text{Mann} \sqcap \exists \text{kindVon}^- . \top \sqsubseteq \text{Vater}$	$\text{elterVon} \sqsubseteq \text{vorfahreVon}$
$\text{Frau} \sqcap \exists \text{vorfahreVon} . \top \sqsubseteq \text{Mutter}$	$\text{Mensch} \sqsubseteq \forall \text{vorfahreVon} . \text{Mensch}$
$\{\text{marc}, \text{heiko}, \text{johanna}\} \sqsubseteq \text{Mensch}$	

(b) Die folgende Wissensbasis ist nicht in DLP. Wie könnte man das nachweisen?

*Tipp: Versuchen Sie semantische Eigenschaften zu finden, die jedes definite Logikprogramm besitzt, welche die Wissensbasis aber nicht aufweist.*

$\{\text{gerrit}\} \sqsubseteq \text{Mensch}$   
 $\text{Frau} \sqcup \text{Mann} \equiv \text{Mensch}$

(c) Ist die folgende Wissensbasis vollständig in DLP? Geben Sie gegebenenfalls eine (teilweise) Übersetzung in Horn-Logik an.

$\text{Eis} \sqcup \text{Früchte} \sqsubseteq \text{Süßspeise}$   
 $\text{Nachtisch} \sqsubseteq \text{Eis} \sqcup \text{Früchte} \sqcup \text{Süßspeise}$   
 $\top \sqsubseteq \forall \text{hatBelag}^- . \text{Pizza}$   
 $\exists \text{hatBelag} . \top \sqcap \forall \text{hatBelag} . \perp \sqsubseteq \text{LeerePizza} \sqcup \text{PizzaCarnivorus}$