

## 1. Prologdatenbasis erstellen

Für die Urlaubsplanung werden folgende Fakten zusammen getragen:

Axel fährt nach England.

Beate fährt nach Griechenland.

Beate fährt in die Türkei.

Clemens fährt nach Frankreich.

Dagmar fährt nach Italien.

Elmar fährt nach Frankreich.

Frederike fährt nach Frankreich.

Als Datenbasis eines Prologprogramms kann man das so schreiben:

```
faehrt_nach(axel,england).  
faehrt_nach(beate,griechenland).  
faehrt_nach(beate,tuerkei).  
faehrt_nach(clemens,frankreich).  
faehrt_nach(dagmar,italien).  
faehrt_nach(elmar,frankreich).  
faehrt_nach(frederike,frankreich).
```

Die Frage „Wer fährt nach Frankreich“ würde man so stellen:

```
?- faehrt_nach(Wer,frankreich).
```

Übung: Stellen Sie weitere Fragen:

Fährt Axel nach Griechenland?

Wohin fährt Beate?

Wohin fährt Xaver?

Wer fährt wohin?

**Hinweis:** Bei Ja-Nein-Fragen wird entweder „False“ ausgegeben oder nichts. Wenn nichts ausgegeben entspricht das „Yes“!

## 2. Zusammengesetzte Fragen

Für die Frage: „Wer fährt nach Griechenland und in die Türkei?“ wird das Komma verwendet.

```
?- faehrt_nach(Wer,griechenland), faehrt_nach(Wer,tuerkei).
```

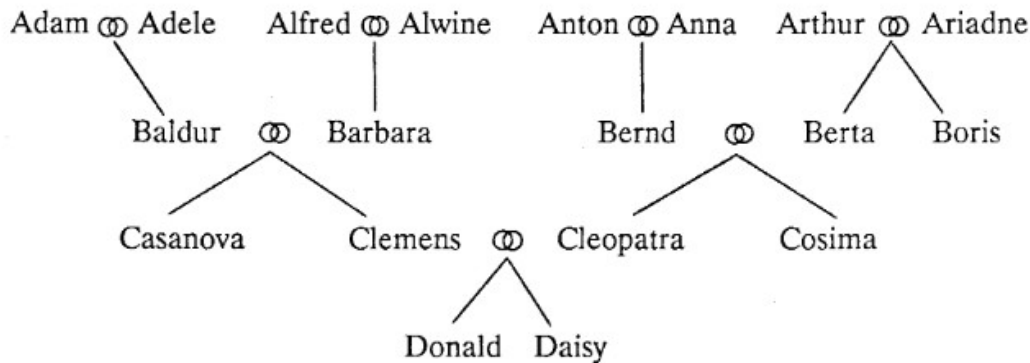
Für die Frage: „Wer fährt nach England oder in die Türkei?“ wird das Semikolon verwendet.

```
?- faehrt_nach(Wer,england); faehrt_nach(Wer,tuerkei).
```

Zusammengefasst: für „und“ das Komma, für „oder“ das Semikolon verwenden!

### 3. Stammbaum

Wir verwenden den bekannten Stammbaum:



Das bei uns verwendete Programm ist am Ende der Datei angegeben.

Die verwendeten Prädikate `maennl()`, `weibl()` und `verheiratet()` sind selbsterklärend. Das Prädikat `elter(X,Y)` bedeutet: Y ist das Elternteil von X. Es ist sinnvoll, das als **Kommentar** in die Datenbasis zu schreiben. Das macht man so:

```
/* elter(X,Y) heißt: Y ist ein Elternteil von X */
```

Übung: Stellen Sie folgende Fragen:

- Wer sind die Eltern von Daisy?
- Mit wem ist Baldur verheiratet?
- Wie heißen die Kinder von Adam?

- Wer ist die Mutter von Cosima?
- Wer ist der Vater von Daisy?
- Wer sind die Söhne von Barbara?
- Welche Töchter hat Anton?

**Regeln:** Diese werden in die Datenbasis geschrieben (consultieren nicht vergessen!).

```
Bsp: mutter(X,Y):- elter(X,Y), weibl(Y).
      vater(X,Y):- elter(X,Y), maennl(Y).
      kind(X,Y):- elter(Y,X).
      schwiegermutter(X,Y):- verheiratet(X,Z), mutter(Z,Y).
      bruder(X,Y):- vater(X,V), vater(Y,V), maennl(Y), Y\=X.
```

Dabei bedeutet `\=` „ungleich“!

Um solche Regeln in Prolog zu erstellen, muss man erst einmal im Deutschen wissen, was die Verwandtschaftsbeziehungen bedeuten. Beispiel: Ein Onkel ist der Bruder des Vaters oder der Mutter.

Übung: erklären Sie in gleicher Weise folgende Verwandtschaftsbeziehungen:  
Opa, Opa, Enkel, Tante, Cousin, Cousine, Schwager, Schwägerin, Nefte, Nichte

Übung: Erstellen Sie nun Regeln in Prolog für Opa, Oma, Enkel, Tante, Cousin, Cousine, Schwager, Schwägerin, Nefte, Nichte.

## 4. Färbeproblem

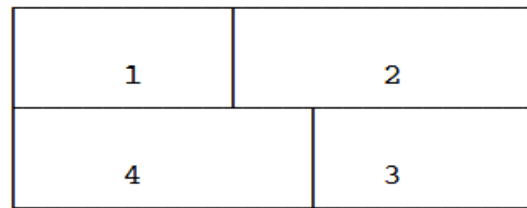
Das nebenstehende Rechteck besteht aus 4 Gebieten, die mit den drei Farben rot, gelb und blau so eingefärbt werden sollen, dass keine gleichfarbigen Gebiete längs einer Linie aneinandergrenzen. Wir lassen ein Programm nach den Lösungen suchen. Die Farbe des Gebietes 1 bezeichnen wir mit der Variablen  $F1$ , usw.

```
farbe(rot).  
farbe(gelb).  
farbe(blau).  
einfarbung(F1,F2,F3,F4):-  
    farbe(F1), farbe(F2), farbe(F3), farbe(F4),  
    F1\=F2, F1\=F4, F2\=F3, F2\=F4, F3\=F4.
```

Dabei bedeutet *einfarbung(F1,F2,F3,F4)*, dass die Farben  $F1, F2, F3, F4$  eine erlaubte Einfärbung des Rechtecks liefern.

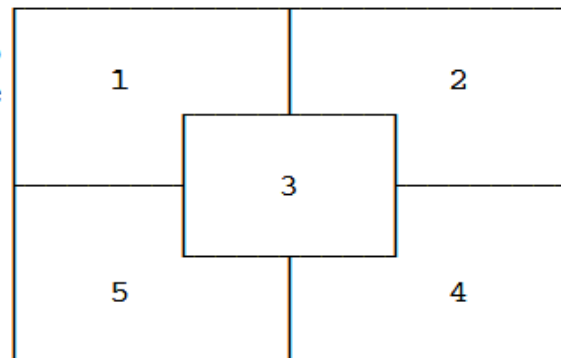
Wir bekommen die Lösungen durch die Anfrage

```
?- einfarbung(F1,F2,F3,F4).
```



Übung:

Das nebenstehende Rechteck besteht aus 5 Gebieten. Lassen sich diese mit drei Farben so einfärben, dass keine gleichfarbigen Gebiete aneinandergrenzen?



## 5. Übung zum Erstellen eines „eigenen“ Prologprogramms

Der Nibelungen Not:

Siegfried liebt Krimhild und mag Gunther.

Krimhild liebt Siegfried und hasst Brunhild.

Gunther liebt Brunhild und mag Krimhild und Hagen.

Brunhild hasst Siegfried, Gunther und Krimhild.

Hagen hasst Siegfried und alle, die Siegfried lieben.

Brunhild mag alle, die Siegfried hassen.

Alberich hasst alle, mit Ausnahme von sich selbst.

Übung: Schreiben Sie die obigen Aussagen als PROLOG-Programm.

Stellen Sie die folgenden Fragen:

- Wer haßt Siegfried?
- Wen mag Brunhild?
- Wer hasst wen?
- Wer liebt wen?

Definieren Sie ein Prädikat `ideales_paar`, das auf  $(X,Y)$  zutrifft, falls  $X$  von  $Y$  und  $Y$  von  $X$  geliebt wird.

## 6. Rekursion

Um im Stammbaum nach den Vorfahren zu suchen, wird eine rekursive Regel aufgestellt.

```

vorfahr(X,Y) :- elter(X,Y) .
vorfahr(X,Y) :- elter(X,Z) , vorfahr(Z,Y) .

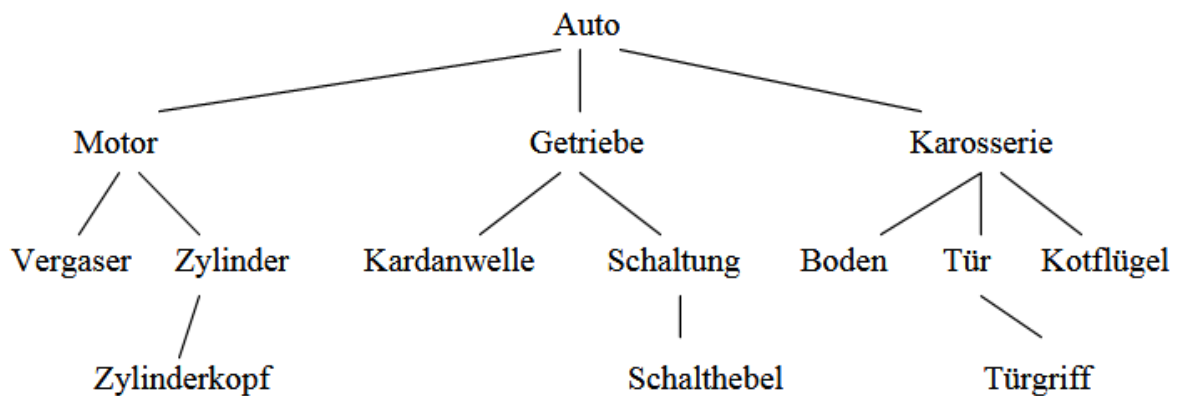
```

Dabei stellt die erste Zeile die Abbruchbedingung dar und in der 2. Zeile erfolgt der rekursive Aufruf. „Übersetzt“ kann man die 2. Zeile so lesen: Wenn du weiter nach Vorfahren suchst, dann nimm ein Elternteil und suche von diesen einen Vorfahren.

Übung: erstelle eine Regel für „Nachkomme“. Verwende eine Regel für „kind“.

Übung Autoteile:

Das Diagramm soll einen Überblick über die Teile eines Autos geben:

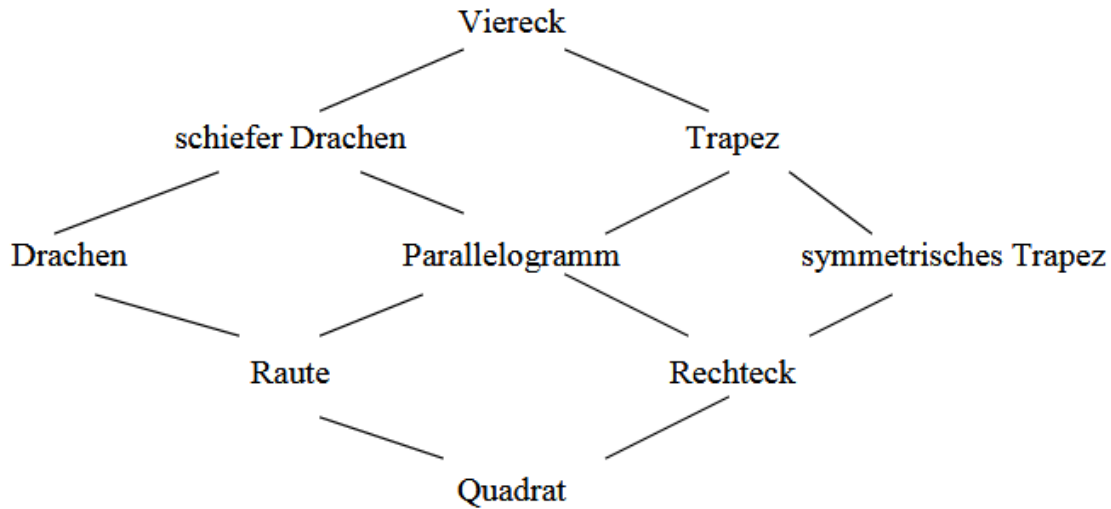


Legen Sie den Inhalt des Diagramms in einer PROLOG-Datenbasis ab und definieren Sie ein Prädikat `teil`. Dabei soll `teil(X,Y)` heißen, dass  $Y$  Teil von  $X$  ist.

Es soll gelten: Ist  $A$  Teil von  $B$  und  $B$  Teil von  $C$ , so ist  $A$  Teil von  $C$ . Unterscheiden Sie bei der Programmierung zwischen 'direktem Teil' und 'Teil'.

## Übung Haus der Vierecke

### Das Haus der Vierecke



Ein Quadrat ist ein Spezialfall eines Rechtecks und damit auch Spezialfall eines Parallelogramms, usw.

Definieren Sie mit Hilfe einer rekursiven Prozedur ein Prädikat *spezialfall*, so dass z. B. gilt *spezialfall(parallelogramm,quadrat)*.

## 7. Arithmetik - Länder

Gegeben sind folgende Daten zu europäischen Ländern.

```
/* land (Land, Fläche_in_1000_qkm, Einwohner_in_100000) */
land(belgien, 31, 98) .
land(daenemark, 43, 51) .
land(deutschland, 357, 785) .
land(frankreich, 547, 541) .
land(irland, 70, 34) .
```

Ein Land soll groß heißen, wenn es mehr als 20 Millionen Einwohner oder eine Fläche von mehr als 100.000 qkm besitzt. Definieren Sie ein entsprechendes Prädikat `grossesLand(Land)`.

Definieren Sie ein Prädikat `dichte(L,D)`, wobei D die Anzahl der Einwohner des Landes L pro qkm ist.

## 8. Arithmetik - Zahlenrätsel

Erstellen Sie Prologprogramme für die folgende Zahlenrätsel:

a)	BILL	b)	SEND	c)	GAUSS
	IRMA		MORE		RIESE
	-----		-----		-----
	LIEBE		MONEY		EUKLID

Als Vorlage können Sie das folgende (Ihnen bekannte) Programm verwenden:

```

  AAL
+ AAL
----
 FANG

```

Die Buchstaben sollen durch Ziffern ersetzt werden, wobei verschiedenen Buchstaben verschiedene Ziffern entsprechen sollen; und zwar so, dass die Rechnung stimmt.

Das Programm für dieses Rätsel kann etwa so aussehen:

```

ziffer(0).
ziffer(1).
ziffer(2).
ziffer(3).
ziffer(4).
ziffer(5).
ziffer(6).
ziffer(7).
ziffer(8).
ziffer(9).

```

```

loesung(A,F,G,L,N):-
    ziffer(A),
    ziffer(F), F\=A,
    ziffer(G), G\=A, G\=F,
    ziffer(L), L\=A, L\=F, L\=G,
    ziffer(N), N\=A, N\=F, N\=G, N\=L,
    G is (L+L) mod 10, U1 is (L+L)/10,
    N is (A+A+U1) mod 10, U2 is (A+A+U1)/10,
    A is (A+A+U2) mod 10, U3 is (A+A+U2)/10,
    F is U3.

```

## 9. Datenbanken in Prolog

Wir haben eine Datenbasis in der Datei `schueler.pl` verwendet. Hier sind 2 Datensätze dieser Datenbasis angegeben:

```

schueler(473,name('Kettner','Vera'),geschlecht(w),
    geboren(1975),adresse(6900,'Heidelberg','Hauptstr.',29)).
schueler(513,name('Heuse','Bernd'),geschlecht(m),
    geboren(1977),adresse(6909,'Walldorf','Kiefernweg',34)).

```

Außerdem wurde diese Datei um eine weitere Datenbasis ergänzt. Auch dazu 2 Datensätze:

```

geht_in(473,klasse('10a')).
geht_in(513,klasse('8b')).

```

Diese beiden Datenbasen werden bewusst nicht zusammengefasst, weil dadurch die Fehleranfälligkeit viel größer wäre und die Wartbarkeit würde massiv eingeschränkt. Konkret:

Die Datenbasis mit den Attribut `schueler(...)` dürfte sich kaum ändern. Die Datenbasis mit den Attribut `geht_in(...)` ändert sich jedes Jahr wegen der Versetzung. Ein Fehler in der zweiten Datenbasis wirkt sich auf die erste Datenbasis nicht aus und findet sich zudem schneller.

Außerdem könnten die beiden Datenbasen durch unterschiedliche Personen betreut werden (1. Schulleiter, 2. Sekretärin), welches ein weiteres Argument für die bessere Wartbarkeit der Version mit den zwei Datenbasen ist.

Hinweise: in der Datenbasis werden die Daten in Anführungsstriche geschrieben, denn sonst müssten die Daten klein geschrieben werden, was aber z.B. bei den Namen nicht gewünscht ist.

Das Attribut `schueler(...)` ist strukturiert, das heißt innerhalb von `schueler` gibt es weitere Attribute – hier `name()` und `adresse()`.

Eine Frage nach den Mädchen in der Liste würde so aussehen:

```
?- schueler(_,Name,geschlecht(w),_,_).
```

oder so:

```
?- schueler(_,name(Nachname,Vorname),geschlecht(w),_,_).
```

Dabei werden alle Attribute, die nicht interessieren, durch einen Unterstrich ersetzt.

Übung: Stellen Sie folgende Fragen:

Welche Schülernummer hat Bernd Wieden?

In welcher Stadt wohnt Ute Winkel?

Welche Adressen haben die Schülerinnen in der Liste?

Die Frage: In welche Klasse geht Vera Kettner würde so aussehen:

```
?- schueler(X,name('Kettner','Vera'),_,_,_),geht_in(X,Klasse).
```

Übung: Stellen Sie folgende Fragen:

Welche Schüler besuchen die 8a (Name, Vorname)?

Suchen Sie die Adressen aller Schülerinnen der 8. Klassen.

Auf der nächsten Seite ist noch das Programm „stammbaum.pl“ angegeben.

Programm stammbaum

maennl (adam) .  
maennl (alfred) .  
maennl (anton) .  
maennl (arthur) .  
maennl (baldur) .  
maennl (bernd) .  
maennl (boris) .  
maennl (casanova) .  
maennl (clemens) .  
maennl (donald) .

weibl (adele) .  
weibl (alwine) .  
weibl (anna) .  
weibl (ariadne) .  
weibl (barbara) .  
weibl (berta) .  
weibl (cleopatra) .  
weibl (cosima) .  
weibl (daisy) .

verheiratet (adam, adele) .  
verheiratet (adele, adam) .  
verheiratet (alfred, alwine) .  
verheiratet (alwine, alfred) .  
verheiratet (anton, anna) .  
verheiratet (anna, anton) .  
verheiratet (arthur, ariadne) .  
verheiratet (ariadne, arthur) .  
verheiratet (baldur, barbara) .  
verheiratet (barbara, baldur) .  
verheiratet (bernd, berta) .  
verheiratet (berta, bernd) .  
verheiratet (clemens, cleopatra) .  
verheiratet (cleopatra, clemens) .

elter (baldur, adam) .  
elter (baldur, adele) .  
elter (barbara, alfred) .  
elter (barbara, alwine) .  
elter (bernd, anton) .  
elter (bernd, anna) .  
elter (berta, arthur) .  
elter (berta, ariadne) .  
elter (boris, arthur) .  
elter (boris, ariadne) .  
elter (casanova, baldur) .  
elter (casanova, barbara) .  
elter (clemens, baldur) .  
elter (clemens, barbara) .  
elter (cleopatra, bernd) .  
elter (cleopatra, berta) .  
elter (cosima, bernd) .  
elter (cosima, berta) .  
elter (donald, clemens) .  
elter (donald, cleopatra) .  
elter (daisy, clemens) .  
elter (daisy, cleopatra) .