

## ZUSAMMENFASSUNG ARITHMETIK:

Operatoren in Prolog:

+ (Addition) \* (Multiplikation) - (Subtraktion) / (Division)  
 div bzw. // (ganzzahlige Division) mod (Rest bei ganzzahliger Division)

Ausdrücke wie

$2 + 3$  oder  $(3 + 4) * (7 \text{ mod } 4)$

sind Terme, also Strukturierte Objekte. Sie werden auch zunächst nicht ausgewertet:

?-  $X = 2 + 3$ . liefert  $X = 2 + 3$

Die Auswertung wird durch das Prädikat is erzwungen:

?-  $X \text{ is } 2 + 3$ . liefert  $X = 5$

?-  $X \text{ is } (3 + 4) * (7 \text{ mod } 4)$ . liefert  $X = 21$

In dem Ausdruck  $X \text{ is Term}$  muss die linke Seite (X) eine Variable oder eine Zahl sein, die rechte Seite muss ein Term sein, der sich zu einer Zahl auswerten lässt.

Arithmetische Vergleichsoperatoren:

$X > Y$  (größer)                       $X < Y$  (kleiner)                       $X >= Y$  (größer oder gleich)  
 $X <= Y$  (kleiner oder gleich)                       $X =:= Y$  (gleich)                       $X \neq Y$  (ungleich)

Bei allen Vergleichsoperationen müssen die Argumente arithmetisch auswertbare Terme sein. Sie werden zunächst ausgewertet und dann der Test durchgeführt.

Beispiele:

?-  $2 + 3 > 1 + 5$ . liefert no  
 ?-  $X \text{ is } 1 + 1, X + X >= X * X$ . liefert  $X = 2$   
 ?-  $1 + 2 =:= 2 + 1$ . liefert yes  
 ?-  $1 + 2 = 2 + 1$ . liefert no  
 ?-  $X + 2 = 1 + Y$ . liefert  $X = 1, Y = 2$   
 ?-  $X + 2 =:= 1 + 4$ . liefert Fehler

Es folgen einige Beispielprogramme:

```
max(N,M,N) :-          % ist N >= M,
    N >= M.            % so ist N das Maximum.

max(N,M,M) :-          % ist M > N,
    N < M.             % so ist M das Maximum.
```

```
fakultaet(0,1).        % 0! = 1

fakultaet(N,K) :-      % n! = (n-1)! * n
    N1 is N - 1,       % N1 = (n-1)
    fakultaet(N1,K1),  % K1 = (n-1)!
    K is K1 * N.       % K = K1 * n
```

Wir stellen folgende Anfragen:

?- fakultaet(4,X). liefert  $X = 24$   
 ?- fakultaet(-3,X). liefert ==> Endlosschleife !

Also fügen wir der Relation eine Klausel hinzu:

```
fakultaet(N,1) :-
    N =< 0.
```

Wir stellen wieder Anfragen:

?- fakultaet(-3, X) . liefert X = 1  
?- fakultaet(X, 24) . liefert Fehler!

Frage: Wo tritt der Fehler bei der Anfrage "Welche Zahl hat die Fakultät 24?" auf?

Antwort: Im Unterschied zu früher ist es nun (bei Verwendung von is und dem arithmetischen Vergleichsoperationen) nicht mehr möglich, alle Argumentpositionen einer Relation mit Variablen abzufragen!

Noch ein Beispiel:

```
ggT(N, N, N) .                % ggT(n, n) = n
ggT(N, M, K) :-              % ggT(n, m) =
  N < M,                      %   ggT(n, m-1) ,
  M1 is M - N,                %   falls n < m ist.
  ggT(N, M1, K) .

ggT(N, M, K) :-              % ggT(n, m) =
  N > M,                      %   ggT(n-m, m) ,
  N1 is N - M,                %   falls n > m ist.
  ggT(N1, M, K) .
```

**Aufgabe 1:** a) Was antwortet der Interpreter auf die folgenden Anfragen? Gib alle Antworten an!

```
?- 5 < 6.
?- 7 =< 2*3.
?- X > 3
?- X=2, Y=5, X >= Y.
?- 2 + 6 > 1 + 5.
?- X is 2 * 5, X + X =< X * X.
?- 7 * 2 == 2 * 7.
?- 7 * 2 = 2 * 7.
?- X - 3 = 5 - Y.
?- X + 2 == 1 + 4.
?- X is 7 - 4, 3 =\= X.
?- X is (2 + 4) // 3.
?- X is 1 + 2, Y is X * X.
?- Y is X + 1.
?- Y = 2 + 5, X is Y.
?- X is Y, Y = 2 + 5.
```

b) Was antwortet der Interpreter auf die folgenden Anfragen?

```
?- max(3, 5, X) .
?- max(3, X, 5) .
?- max(3, X, 3) .
```

**Aufgabe 2:** a) Definiere ein Prädikat  $\min(X, Y, Z)$ , welches das Minimum zweier auswertbarer Ausdrücke X und Y in Z überprüft bzw. zurückgibt.

b) Definiere ein Prädikat  $\max(A, B, C, X)$ , welches das Maximum dreier Zahlen berechnet.

**Aufgabe 3:** Es ist ein Prädikat  $\text{sum}(N, E)$  zu definieren, welches die Summe der ersten N natürlichen Zahlen berechnet.