Computergrafik - Übungen
W. Kurth, E. Roth
WS 2001/02

Einführungskurs PostScript

PostScript: Seitenbeschreibungssprache, entw. von Adobe Systems. Weite Verbreitung im Druckgrafik-Bereich.
Erlaubt Kombination von Textelementen und Vektorgrafiken; volle Mächtigkeit einer Programmiersprache.

Einlesen durch PostScript-Interpreter, dort Umsetzung in Rastergrafik für die Ausgabe (PS-Interpreter in vielen Druckern bereits fest implementiert).

PS-Viewer für den Bildschirm:
ghostscript (MS-Windows, OS-2 und Unix; Aladdin), *ghostview* (komfortabler Viewer unter MS-Win. und OS-2; Ghostgum) – Shareware; *xpsview* (Unix).
Download: http://www.cs.wisc.edu/~ghost/
http://www.ghostscript.com

PostScript-Programme: lesbare ASCII-Dateien.

- Beschränkung auf 128 Zeichen Standard-ASCII (keine Umlaute und ß verwenden!)
- Unterscheidung von Groß- und Kleinschreibung
- ( ) [ ] { } / % besitzen besondere Bedeutung
- in Zahlenangaben Dezimalpunkt statt Komma
- Kommentare beginnen mit %, zeilenweise

Grundprinzip:
- konsequent stackorientiert

Operanden werden nacheinander auf einen Stack abgelegt, Befehle werden nach den Operanden eingegeben und beziehen sich immer auf die obersten Stack-Elemente.

- Postfix-Notation für alle Operatoren und Funktionsaufrufe.

Funktionsargumente werden vom Stack geholt.

Beispiele:

```
17 4 add              % Addition 17+4
1 add                 % Inkrementierung d. obersten
                        Stackelements um 1
42 100 moveto         % Bewegung des virtuellen Stiftes an
                        den Punkt (42; 100)
5 { 3 4 rlineto } repeat  % Schleife (Argumente:
                            Iterationszahl, iterierte Prozedur)
```

Datentypen:

Integer	übliche Schreibweise, erweitert (optional) durch Basis#Zahl (z.B. **16#3f**)
Real	übliche Schreibweise, incl. E-Schreibweise
Boolean	**true, false**
String	**(Hallo Welt!)**
Array	**[3 42 0]**

Sonderzeichen in Strings: **\b**, **\f**, **\n**, **\r**, **\t**, ****, **\(**, **\)**, \xxx (Oktalzahl) (vgl. Sprache C)

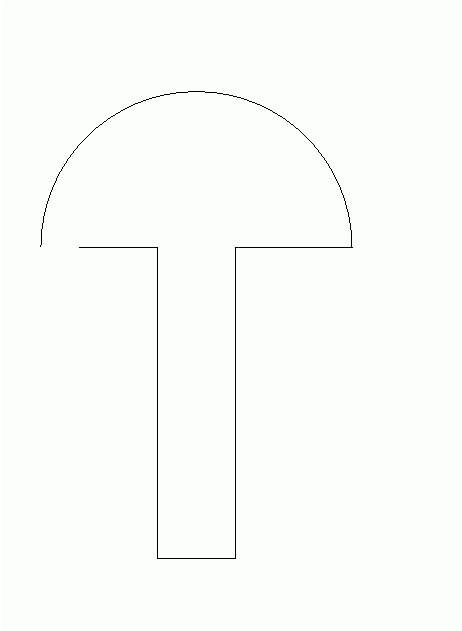
Definition (incl. Deklaration und Initialisierung) einer Variablen:
/VarName Wert **def**
Prozedur-Definition:
/ProzedurName
{
... *Anweisungen* ...
} def

Abstrakte Zeichenfläche, abstraktes (2D-) Koordinatensystem ("Weltkoordinaten").
Voreinstellung: Ursprung (0; 0) = linke untere Ecke
Einheitslänge: 1 *Big Point* (dot) = 1/72 Zoll = 0,35277... mm
Ausmaße des voreingestellten A4-Blattes: (596,59; 843,75) = rechte obere Ecke.

Beispiele für erste Grafikbefehle:

```
100 500 moveto      % Startpunkt anfahren
200 500 lineto      % Speichern einer Linie, noch
                    % kein Zeichnen
200 100 lineto
300 100 lineto
0 400 rlineto
250 500 200 0 180 arc  % Kreisbogen: Mittelpunkt
                    % Radius Startwinkel Endwinkel
stroke              % Zeichnen des aktuellen
                    % Pfades, dieser wird gelöscht
showpage            % Ausgabe u. Löschen der Seite,
                    % Zurücksetzen d. Grafik-Param.
```

Ergebnis:

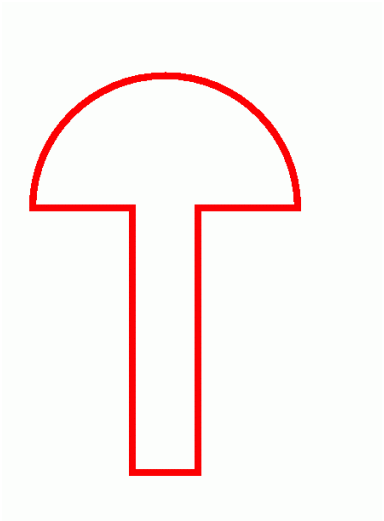


Schließen eines Polygonzuges (der Kreisbögen enthalten kann):

```
closepath
```

```
10 setlinewidth     % Setzen der Liniendicke für
                    % nächstes stroke
1 0 0 setrgbcolor   % Setzen der Zeichenfarbe auf
                    % Rot (RGB-Modell: (1; 0; 0) )
```

Ergebnis nach Einfügen vor **`stroke`** im letzten Beispiel:



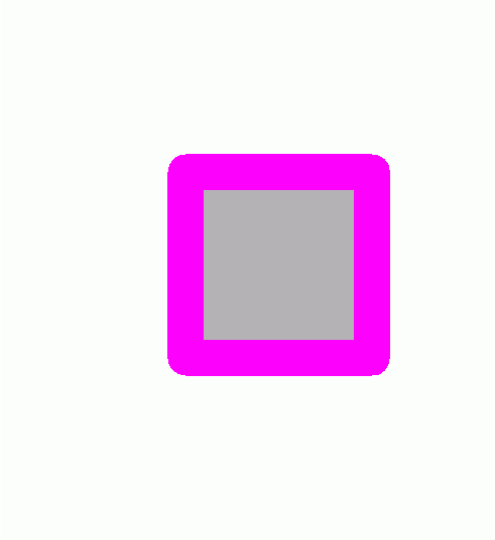
Zum Füllen von Polygonen ist es notwendig, den aktuellen grafischen Zustand zu "retten" und später wiederherzustellen (Stack-Operationen!):
Aktuellen grafischen Zustand (Pfad u.a. Parameter) retten:

```
gsave
```

Wiederherstellen:

```
grestore
```

Beispiel:



wurde erzeugt mit folgendem PostScript-Programm:

```
80 80 moveto
1 setlinejoin   % Abrunden der Ecken. 0 = spitz,
                % 2 = abgekantet.
80 0 rlineto
0 80 rlineto
-80 0 rlineto
closepath
0.7 setgray     % Grauwert setzen, 0 = schwarz,
                % 1 = weiss.
gsave
fill            % Fuellen d. akt. Pfades mit Grauton 0.7,
                % Pfad wird geloescht...
grestore        % und wiederhergestellt
0 1 0 0 setcmykcolor   % Zeichenfarbe Magenta
                       % (im CMYK-System)
15 setlinewidth
stroke
showpage
```

Ausgabe von Text:

```
/Arial findfont 24 scalefont setfont
    % obligatorisch für Text- Ausgabe: Auswahl, Skalieren u.
    % Setzen eines Fonts
10 10 moveto
(Hallo Welt!) show
showpage
```

Erzeugen eines neuen, leeren Strings auf dem Stack:

Länge **`string`**

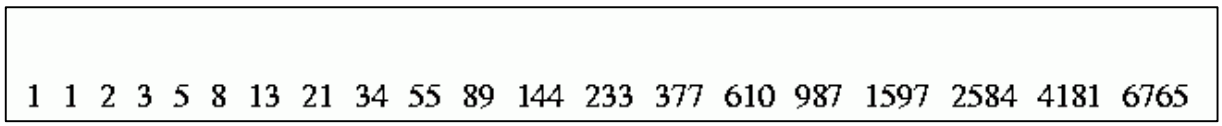
Arithmetik in PostScript:

```
3 4 mul          % 3·4
4 5 6 mul add    % 4 + 5·6
1 2 add 3 4 sub mul 5 6 add mul
                 % (1+2)·(3–4)·(5+6)
```

Erste 20 Fibonacci-Zahlen (1 1 2 3 5 8... a_i a_{i+1} (a_i+a_{i+1})...) ausgeben:

```
/Times findfont 16 scalefont setfont
10 10 moveto          % obligatorisch: Startpunkt
/schreibe             % Schreibprozedur für obersten
   {                  % Stackeintrag
   dup                % ob. Stackeintrag duplizieren
   6 string cvs       % leeren String d. Länge 6 erz.,
                      % in diesen kommt d. ob. Stackeintr.
   show               % Anzeige des Strings
   10 0 rmoveto       % nach rechts weiterrücken
   } def
0 1
20 {
   schreibe           % Textausgabe des ob. Stackelem.
   2 copy             % die obersten 2 Stackel. werden
                      % dupliziert und die Kopien werden...
   add                % durch ihre Summe ersetzt
   } repeat           % wiederhole dies 20 mal
showpage
```

Ergebnis:



Aufgabe (noch ohne Wertung):

Schreiben Sie ein PostScript-Programm, das die ersten 20 Quadratzahlen (beginnend mit 1) untereinander aufschreibt. Dabei sollen die geraden Quadratzahlen rot, die ungeraden schwarz erscheinen.

Hinweis: Es gibt mehrere Lösungswege. Einige davon könnten die folgenden Befehle verwenden:

`pop` entfernt oberstes Stackelement

`dup` dupliziert den obersten Wert auf dem Stack

`exch` vertauscht die beiden obersten Stack-Einträge

String **`stringwidth`** legt Breite und Höhe (in pt) des Strings als Wert auf dem Stack ab

Boolean Prozedur **`if`** Prozedur, notiert in {...}, wird ausgeführt, wenn der boolesche Ausdruck **`true`** liefert

Boolean Prozedur1 Prozedur2 **`ifelse`**

Wert1 Wert2 **`eq`** Test auf Gleichheit

Wert1 Wert2 **`ne`** Test auf Ungleichheit

Wert **`neg`** bewirkt Vorzeichenwechsel des Wertes

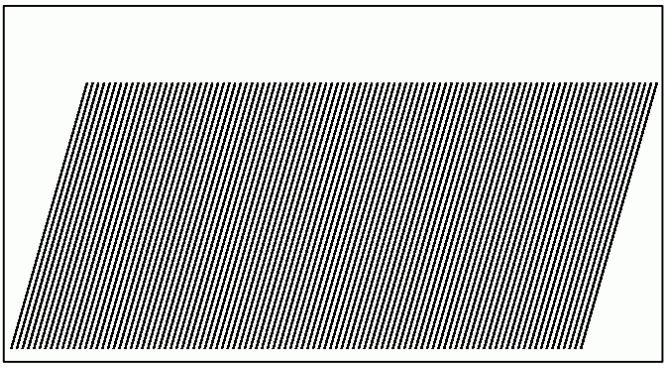
Startwert Inkrement Endwert Prozedur **`for`** *for*-Schleife

Verlagerung des Koordinatenursprungs um (*tx*, *ty*):

tx ty **translate**

Beispiel:

```
0 1 100
   {
   10 10 moveto
   50 150 lineto
   stroke
   3 0 translate
   } for
showpage
```



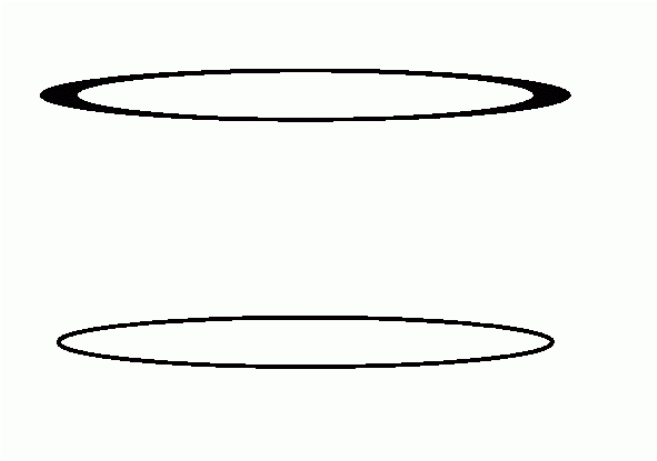
Neuskalierung des Koordinatensystems mit Faktoren *sx*, *sy*:

sx sy **scale**

Beispiel: Ellipsen

```
3 setlinewidth
10 1 scale
25 300 20 0 360 arc
closepath
stroke    % Liniendicke wird mitskaliert
25 100 20 0 360 arc
closepath
0.1 1 scale
stroke    % Liniendicke wird nicht mitskaliert
showpage
```

Ergebnis:

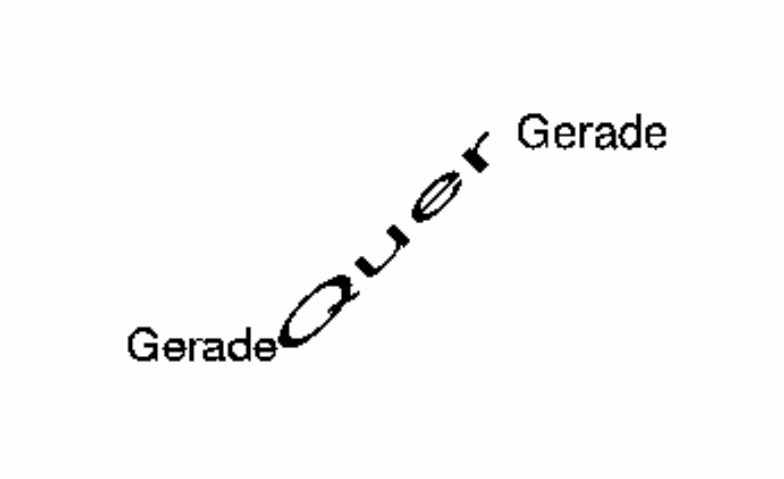


Rotation des Koordinatensystems um gegebenen Winkel:

Winkel **`rotate`**

Beispiel:

```
/Helvetica findfont 18 scalefont setfont
100 100 moveto
(Gerade ) show
45 rotate
3 1 scale
(Quer) show
1 3 div 1 scale
-45 rotate
( Gerade) show
showpage
```



Weitere Befehle:

x y **mod**	Modulus-Operation (Rest bei Division)
x y **gt**	Test auf größer
x y **ge**	Test auf größer oder gleich
x y **lt**	Test auf kleiner
x y **le**	Test auf kleiner oder gleich

x **sin**	Sinus
x **cos**	Cosinus
x **atan**	Arcus tangens
x **sqrt**	Quadratwurzel
x **exp**	Exponentialfunktion
x **ln**	Logarithmus (Basis *e*)
x **log**	Logarithmus (Basis 10)
x **floor**	größtes Ganzes kleiner-gleich *x*
x **ceiling**	kleinstes Ganzes größer-gleich *x*
srand	Zufallszahl

x y **and**	logisches Und
x y **or**	logisches Oder
x y **xor**	logisches Entweder-oder
x **not**	logische Verneinung

Arrays:

Array Prozedur **forall**	wendet die Prozedur auf jeden Wert aus dem Array an
Array num **get**	holt den (*num*+1)-ten Wert aus dem Array und legt ihn auf den Stack
Array num Wert **put**	ersetzt den (*num*+1)-ten Wert des Arrays durch *Wert*
Array **aload**	entpackt Array komplett auf den Stack
w1 ... wn Array **astore**	packt die Werte *w1*, ..., *wn* zu einem Array zusammen

Stack:

clear	alle Stackeinträge löschen
count	legt Anzahl der Stackeinträge auf den Stack
num j **roll**	Rotation d. obersten *num* Einträge des Stacks um *j* Einträge