7. Dateien, Ein- und Ausgabe

7.1 Syntax und Standardfunktionen

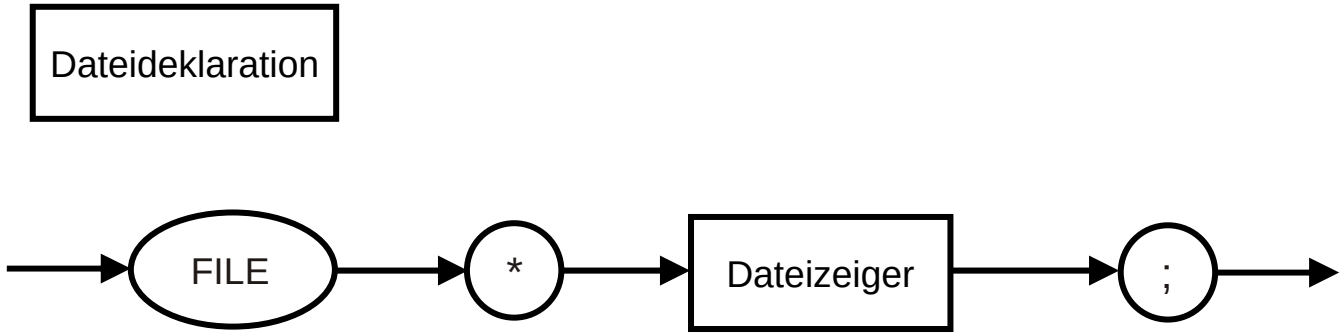
Der Datentyp FILE

Man kann Programme nicht völlig losgelöst von ihrer Umgebung, insbesondere dem Betriebssystem betrachten. Programme arbeiten in der Regel mit Dateien des Betriebssystems (stdin, stdout, stderr, Dateisystem).

Zur interne Repräsentation von Betriebssystem-Dateien dient in C der zusammengesetzte Datentyp FILE. FILE wird in <stdio.h> definiert. Die Struktur enthält auch Elemente, die den aktuellen Zustand der Datei beschreiben.

Der Zugriff auf Dateien erfolgt über **Dateizeiger**.

Syntax der FILE-Deklaration



Eine Datei im Unix-Dateisystem wird als Zeichenstrom aufgefasst, der nur sequenziell bearbeitet werden kann.

Standardfunktionen

In der Datei <stdio.h> werden einige Funktionen für den Zugriff auf Dateien definiert.

Öffnen einer Datei

```
FILE *fopen(char *file_name, char file_mode)
```

öffnet eine Datei des angegebenen Namens im angegebenen Modus (r = read, w = write, a = append) und gibt einen Zeiger auf diese Datei zurück.

Eine Datei kann u. a. in den drei angegebenen Modi geöffnet werden. Wird eine nicht-existierende Datei zum Schreiben oder Anfügen geöffnet, so wird sie erzeugt. Bei einem Fehler wird für den Zeiger der Wert NULL zurück gegeben. Wird eine existierende Datei zum Schreiben geöffnet, geht ihr Inhalt verloren!

Schließen einer Datei

int fclose(FILE *file_pointer)

schließt die Datei, auf die der Zeiger zeigt.

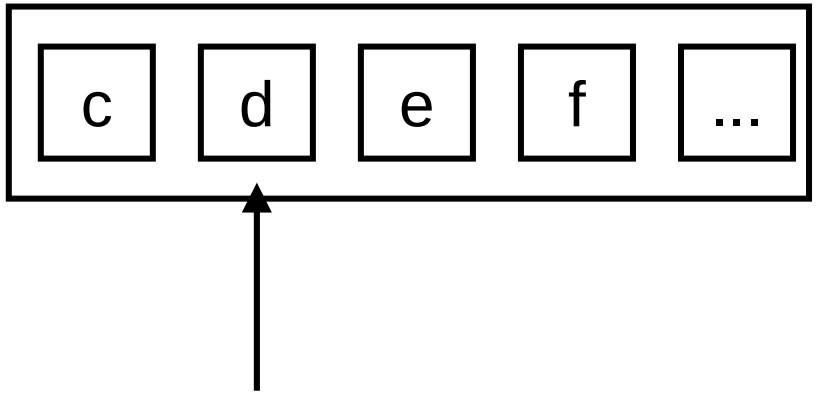
Einfaches Beispiel für “open“ und “close“

Beispiele:

```
file *fp;
fp = fopen("Noten.dat",'w');
if (fp == Null)
        ....
fclose(fp);
```

Lesen aus Dateien: fgetc (1)

```
int fgetc(FILE *file_pointer)
```



Lesen aus Dateien: fgetc (2)

Die Funktion `fgetc` liefert das nächste Zeichen aus der Datei, welche durch den file_pointer identifiziert wird. Am Dateiende oder bei Fehler ist das Resultat EOF (“end of file“).

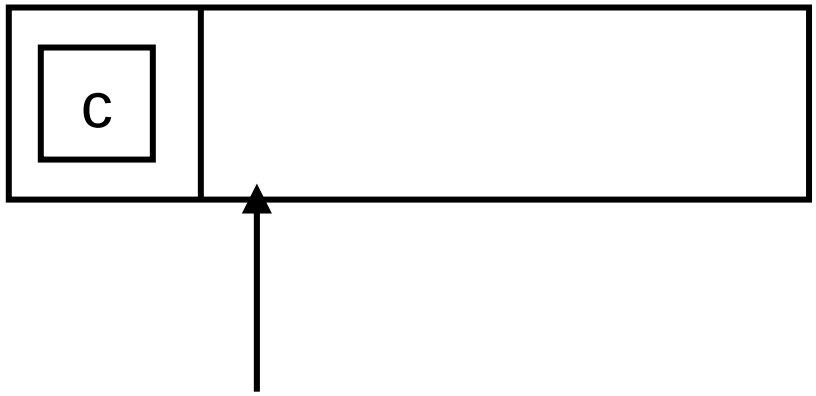
Die symbolische Konstante EOF ist in <stdio.h> definiert und hat typischerweise den Wert -1. Dies ist auch der Grund, warum `fgetc` als `int` und nicht als `char` definiert wird.

Beispiel:

```
char z;
   .
   .
z = fgetc(fp);
```

Schreiben in Dateien: fputc

```
int fputc(int c, FILE *file_pointer)
```



fputc schreibt das Zeichen c in die Datei und liefert bei Erfolg c als Resultat, bei Fehler EOF.

Beispiel:

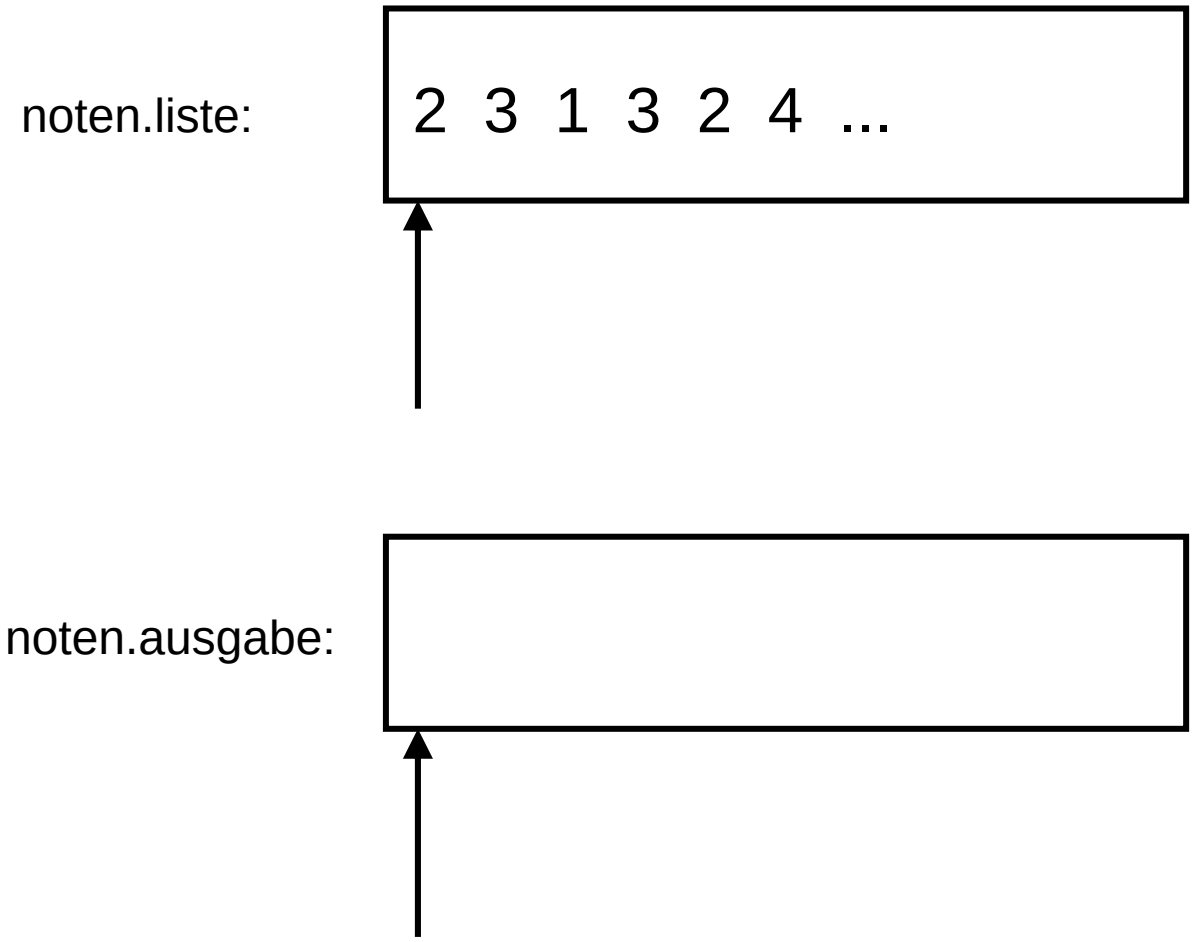
```
int r;
r = fputc('x',fp);
```

Beispiel für fputc (1)

Beispiel:

```
FILE *datei1, *datei2;
int note;      /*  wir behandeln nur ganzzahlige Noten */
...
datei1 = fopen("noten.liste",'r');
datei2 = fopen("noten.ausgabe",'w');
while ((note = fgetc(datei1)) != EOF)
   fputc(note,datei2);
fclose(datei1);
fclose(datei2);
```

Beispiel für fputc (2)



Standarddateien (1)

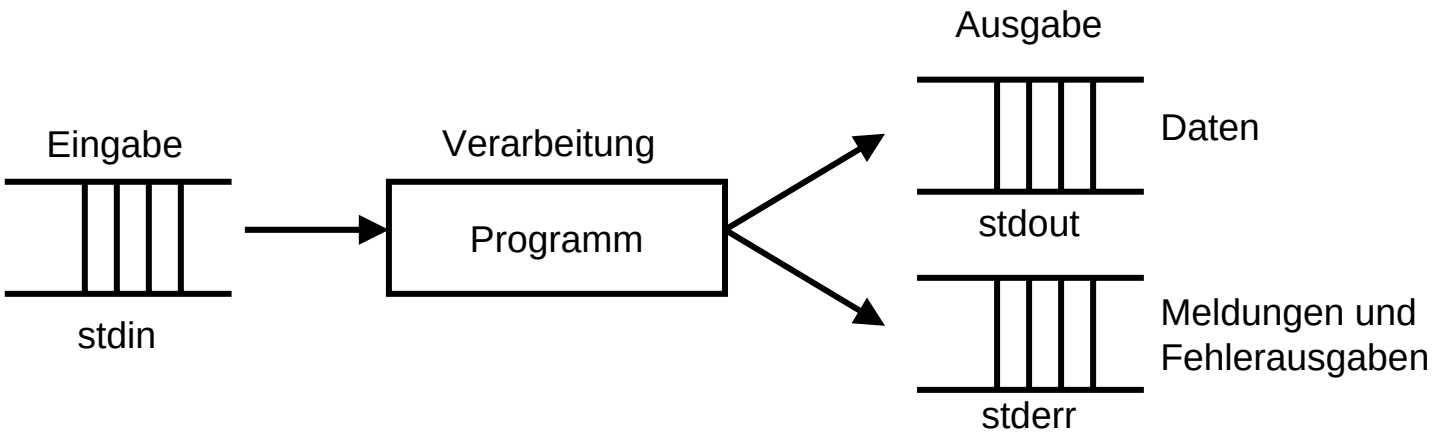
Vom Betriebssystem werden drei Standarddateien bereit gestellt:

1) stdin - standard input file (Standardeingabe)

2) stdout - standard output file (Standardausgabe)

3) stderr - standard error file (Standardfehlerausgabe)

In der Regel wird 1) der Tastatur, 2) + 3) dem Bildschirm zugewiesen.



Standarddateien (2)

Die Vereinbarung der Standarddateien geschieht in <stdio.h>.

```
FILE *stdin, *stdout, *stderr;
```

sind Zeiger auf die Dateien und können als solche verwendet werden.

Lesen und Schreiben einzelner Zeichen

Lesen eines einzelnen Zeichens:

In <stdio.h> ist hierfür ein Makro definiert:

```
#define getchar() fgetc(stdin)
```

Schreiben eines Zeichens auf den Bildschirm:

Weiteres Makro in <stdio.h>:

```
#define putchar(c) fputc((c),stdout)
```

7.2 Formatierte Aus- und Eingabe

Formatierte Ausgabe:

```
int fprintf(FILE *file_ptr, char *format, \
                    arg1, arg2, ...)
```

schreibt eine Zeichenkette auf einmal in die angegebene Datei. Dabei definiert die Zeichenkette "format" das Ausgabeformat der auszugebenden Datenwerte, die in den Variablen der Argumentenliste stehen.

Beispiel:

```
fprintf(datei2,"Dies ist die erste Note: %d\n", note);
```

schreibt in `datei2` eine Zeile mit dem angegebenen Text inklusive des Inhalts der Variablen "note". Das Zeichen ‘\n’ steht für Zeilenende.

Das Zeichen ‘%d’ steht als Platzhalter für die Variable "note". An dieser Stelle soll der Dezimalwert von "note" eingefügt werden, bevor die Zeichenkette "format" in die Datei `datei2` ausgegeben wird.

Formatierte Eingabe

```
int fscanf(FILE *file_pointer, char *format, &arg1,\&arg2, ...)
```

kann analog zu `fprintf` mehrere Zeichen gleichzeitig lesen. `fscanf` liest durch Zwischenraumzeichen (“blanks“) getrennte Zeichen aus der Datei file_pointer, interpretiert sie unter Kontrolle von "format" und legt die Resultate in den Variablen der Argumentliste ab.

Merke:

Bei `fscanf` müssen **Zeiger** auf die Variablen übergeben werden, damit ihr Inhalt geändert werden kann (“call by reference“).

`fscanf` gibt die Anzahl erfolgreich erkannter und zugewiesener Eingabefelder als Funktionswert zurück.

Beispiel für die formatierte Eingabe

In der Datei `datei1` seien immer drei Zahlen in einer Zeile gespeichert, die gemeinsam gelesen werden sollen:

```
fscanf(datei1, "%d %d %d\n", &note1, &note2, &note3);
```

Das Zeichen ‘%d’ steht nun als Ersatz für dezimale Zeichen in der eingelesenen Zeichenkette, deren Wert an die Variablen note1, note2 und note3 übergeben werden.

Merke:

`fprintf` und `fscanf` haben eine variable Anzahl von Argumenten! Diese ist abhängig von der Zahl von Variablen, deren Inhalt geschrieben/gelesen werden soll.

Umwandlungsschablonen (1)

Jede Umwandlungsschablone beginnt mit dem Zeichen ‘%’ und endet mit einem **Umwandlungszeichen**. Dazwischen sind folgende Formathilfen möglich (in der angegebenen Reihenfolge):

-	Linksausrichtung
<Zahl>	minimale Feldbreite
.<Zahl>	Genauigkeit
h	short
l	long

Umwandlungsschablonen (2)

Die wichtigsten Umwandlungszeichen sind:

d	Dezimalzahl (int)
o	oktale Zahl ohne Vorzeichen
x	hexadezimale Zahl ohne Vorzeichen
u	Dezimalzahl ohne Vorzeichen (unsigned int)
c	einzelnes Zeichen (char)
s	Zeichenkette (char*)
f, e	Gleitkommazahl (double)
p	Zeiger (void*)

Hinweis: %% gibt ein einfaches %-Zeichen aus.

Beispiele:

```
%-6.8lf     (long double)
%-5hd       (short int)
```

Zwischenraumzeichen (1)

Begrenzung der Datenfelder beim Einlesen

Beim Einlesen liest `scanf` die einzelnen Bytes im Eingabestrom, bis entweder ein Zwischenraumzeichen gefunden wird oder die in der Schablone vorgegebene Feldbreite erreicht ist. Als Zwischenraumzeichen gelten:

	Leerzeichen
\t	Tabulatorzeichen
\n	Zeilenvorschub
\r	Wagenrücklauf
\f	Seitenvorschub

Zwischenraumzeichen (2)

Beispiel:

```
int i, return_value;
char c;
char string[15];
return_value = fscanf(stdin, \ "%d %5s %c", &i, &string, &c);
```

Nun wird über die Betriebssystem-Datei stdin (in der Regel die Tastatur) folgende Zeile eingegeben:

```
  45 Tor! x
```

Als Ergebnis erhält man folgende Zuweisungen:

```
i = 45;
string = “Tor!";
c ='x';
return_value = 3;
```

Weitere Standardfunktionen (1)

In <stdio.h> sind u. a. noch folgende Vereinfachungen definiert:

```
#define printf(...) fprintf(stdout, ...)
#define scanf(...) fscanf(stdin, ...)
```

Außerdem folgende Funktionen:

```
int sprintf(char* string, char* format,...)
```

gibt die Ausgabe in die Zeichenkette "string" aus.

```
int sscanf(char* string, char* format,...)
```

liest Daten von der Zeichenkette "string" nach dem angegebenen Format in die Variablen ein.

Weitere Standardfunktionen (2)

`sscanf` wird oft dazu verwendet, Eingaben aus Dateien zu verarbeiten, deren Format nicht exakt festgelegt ist. Dazu werden Dateiinhalte zeilenweise in Zeichenketten-Variablen gelesen. Anschließend wird versucht, die Zeichenkette mittels `sscanf` zu zerlegen.

```
char* fgets(char* line, int maxchar, \  FILE* file_pointer)
```

liest aus der Datei file_pointer die nächste Eingabezeile, aber maximal maxchar-1 Zeichen.

```
int fputs(char* line, FILE* file_pointer)
```

schreibt eine Zeichenkette in die Datei file_pointer

7.3 Beispiele

Beispiel 1: sequentielles Lesen

Ermitteln der Anzahl der männlichen und weiblichen Personen aus einer Personal-Datei:

```
typedef struct {
    char name[15], vorname[15];
    char geschlecht;
} PERSON;
int main() {
    File *datei;
    PERSON person;
    int wzahl, mzahl;
    wzahl = mzahl = 0;
    if((datei = fopen("Personal.Datei",'r')) == NULL) {
        fprintf (stderr,“error opening Personal.Datei \          \n“);
        return-1;
    }
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Beispiel 1: sequentielles Lesen (2)

```
    while (fscanf(datei,"%15s %15s %c", &person.name, \
              &person.vorname, &person.geschlecht) != EOF) {
         if (person.geschlecht == 'w')
                  wzahl++;
         else
                  mzahl++;
    }
    fclose(datei);
    fprintf(stdout,"wzahl: %d,mzahl: %d \n";  \wzahl, mzahl);
    return 0;
}
```

Beispiel 2: Einfügen an einer bestimmten Stelle (1)

Ein Einfügen in die Mitte einer Datei ist nicht zulässig! Deshalb: Anlegen einer neuen Datei und Umkopieren.

Beispiel 2:

```
#include <stdio.h>
typedef struct {
   char name[15], vorname[15];
   char geschlecht;
} PERSON;

int main() {
   FILE *original, *kopie;
   PERSON person, einfueg = {"Kamel", "Ernst", 'm'};
   int ret_val;
   original = fopen("Personal.Datei",'r');
   kopie    = fopen("Personal.Kopie",'w');
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Beispiel 2: "Einfügen" an einer bestimmten Stelle (2)

```
/* Bis zum Einfuegepunkt kopieren */
while (((   ret_val = fscanf (original,  \
      "%15s %15s %c", &person.name, \
      &person.vorname, &person.geschlecht)) != EOF) \
      && (strcmp (person.name,einfueg.name) < 0))
   fprintf (kopie, "%s %s %c\n", person.name, person.vorname, \
      person.geschlecht);

/* einzufuegende Person einfuegen */
fprintf (   kopie, "%s %s %c\n",
      einfueg.name,einfueg.vorname,einfueg.geschlecht);

/* zuletzt gelesene Person noch einfuegen */
if (ret_val != EOF)
   fprintf (   kopie, "%s %s %c\n", person.name, person.vorname, \
           person.geschlecht);
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Beispiel 2: "Einfügen" an einer bestimmten Stelle (3)

```
    /* Rest der Datei kopieren */
    while (fscanf(original, "%15s %15s %c", &person.name, \
           &person.vorname, &person.geschlecht) != EOF)
       fprintf (  kopie, "%s %s %c\n", person.name, person.vorname,  \
              person.geschlecht);
    fclose(original);
    fclose(kopie);
    return 0;
}
```

Beispiel 3: Verschmelzen von Dateien (1)

Zwei aufsteigend sortierte Dateien sollen in eine einzige aufsteigend sortierte Datei verschmolzen werden.

Zunächst wird eine Routine beschrieben, die den Rest einer Datei in eine andere kopiert.

Beispiel 3:

```
void restuebertrage(char *c, FILE *von, \  FILE *nach) {
   while (*c != EOF) {
      putc(*c, nach);
      *c = getc(von);
   }
   return;
}
```

Beispiel 3: Verschmelzen von Dateien (2)

Damit kann die Routine, die zwei Dateien zu einer dritten mischt, erstellt werden:

```
void mische(FILE *datei1, FILE *datei2, FILE *datei3) {
   char z1, z2;
   datei1 = fopen("Eingabe1", 'r');
   datei2 = fopen("Eingabe2", 'r');
   datei3 = fopen("Ausgabe" , 'w');
   z1 = getc(datei1);
   z2 = getc(datei2);
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

Beispiel 3: Verschmelzen von Dateien (3)

```
   while ((z1 != EOF && z2 != EOF)) {
      if (z1 < z2) {
          putc(z1,datei3);
          z1 = getc(datei1);
      }
      else {
         putc(z2,datei3);
         z2 = getc(datei2);
      }
   }
   restuebertrage (&z1,datei1,datei3);
   restuebertrage (&z2,datei2,datei3);
   fclose(datei1);
   fclose(datei2);
   fclose(datei3);
}
```