

29 Überblick über die 6. Übung

- Byteorder
- Sockets

30 Netzwerkkommunikation und Byteorder

- Wiederholung: Byteorder

	0	1	2	3	
big endian	14	a2	b5	c8	0x14a2b5c8
little endian	c8	b5	a2	14	

- Kommunikation zwischen Rechnern verschiedener Architekturen (z.B. Intel Pentium (little endian) und Sun Sparc (big endian))
- **htons**, **htonl**: Wandle Host-spezifische Byteordnung in Netzwerk-Byteordnung (big endian) um (**htons** für **short int**, **htonl** für **long int**)
- **ntohs**, **ntohl**: Umgekehrt

31 Sockets

```
#include <sys/socket.h>
int socket(int domain, int type, int protocol);
```

- Domain, z.B.
 - ◆ AF_INET: Internet
 - ◆ AF_UNIX: Unix Filesystem
 - ◆ AF_APPLETALK: Appletalk Netzwerk
- Type in AF_INET und AF_UNIX Domain:
 - ◆ SOCK_STREAM: Stream-Socket (bei AF_INET TCP)
 - ◆ SOCK_DGRAM: Datagramm-Socket (bei AF_INET UDP)
 - ◆ SOCK_RAW
- Protokoll
 - ◆ Default-Protokoll für Domain/Type Kombination: 0
(z.B. INET/STREAM -> TCP) (siehe **getprotobyname(3)**)

31.1 Binden von Sockets

- Was wird gebunden?
 - ◆ lokale und remote IP-Adressen, lokale und remote Ports
 - ◆ Portnummern sind eindeutig für einen Rechner und ein Protokoll
 - ◆ Portnummern < 1024: privilegierte Ports für root (z.B. www=80, Mail=25, finger=79)
 - ◆ Portnummern sind 16 Bit, d.h. kleiner als 65535
- Eine Verbindung ist eindeutig gekennzeichnet durch
 - ◆ lokale Adresse,Port und remote Adresse,Port
- **bind** bindet an lokale IP-Adresse + Port
 - ◆ bind(s, name, namelen)
 - ◆ name: Protokollspezifische Adresse
 - ◆ namelen: Größe der Adresse in Byte

31.1.1 Lokales Binden eines TCP Socket

- **INADDR_ANY**: wenn Socket auf allen lokalen Adressen (z.B. allen Netzwerkinterfaces) Verbindungen akzeptieren soll
- **sin_port = 0**: wenn die Portnummer vom System ausgewählt werden soll
- Adresse und Port muß in Netzwerk-Byteorder vorliegen
- Beispiel

```
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
...
struct sockaddr_in sin;
...
s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
sin.sin_family = AF_INET;
sin.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
sin.sin_port = htons(MYPORT);
bind(s, (struct sockaddr *) &sin, sizeof sin);
```

31.1.2 Socket Adressen

- Socket-Interface (<sys/socket.h>) ist protokoll-unabhängig

```
struct sockaddr {
    sa_family_t    sa_family;    /* Adressfamilie */
    char           sa_data[14];  /* Adresse */
};
```

- Internet-Protokoll-Familie (<netinet/in.h>) verwendet

```
struct sockaddr_in {
    sa_family_t    sin_family;   /* = AF_INET */
    in_port_t      sin_port;     /* Port */
    struct in_addr  sin_addr;     /* Internet-Adresse */
    char           sin_zero[8];  /* Füllbytes */
}
```

31.1.3 Binden an remote Adresse (Server)

■ Server:

- ◆ **listen** stellt ein, wieviele Verbindungen gepuffert sein können (d.h. auf ein **accept** wartend)
- ◆ **accept** akzeptiert Verbindung, d.h. erzeugt neuen Socket und bindet diesen an remote Adresse + Port

```
struct sockaddr_in from;
...
listen(s, 5);           /* Allow queue of 5 connections */
fromlen = sizeof(from);
newsock = accept(s, (struct sockaddr *) &from, &fromlen);
```

31.1.4 Binden an remote Adresse (Client)

- Client bindet mit **connect** an die remote Adresse, dadurch wird auch eine lokale Bindung hergestellt

```
struct sockaddr_in server;
...
connect(s, (struct sockaddr *)&server, sizeof server);
```

31.2 Lesen und Schreiben auf Sockets

- mit `read`, `write`

- Beispiel: Server, der alle Eingaben wieder zurückschickt

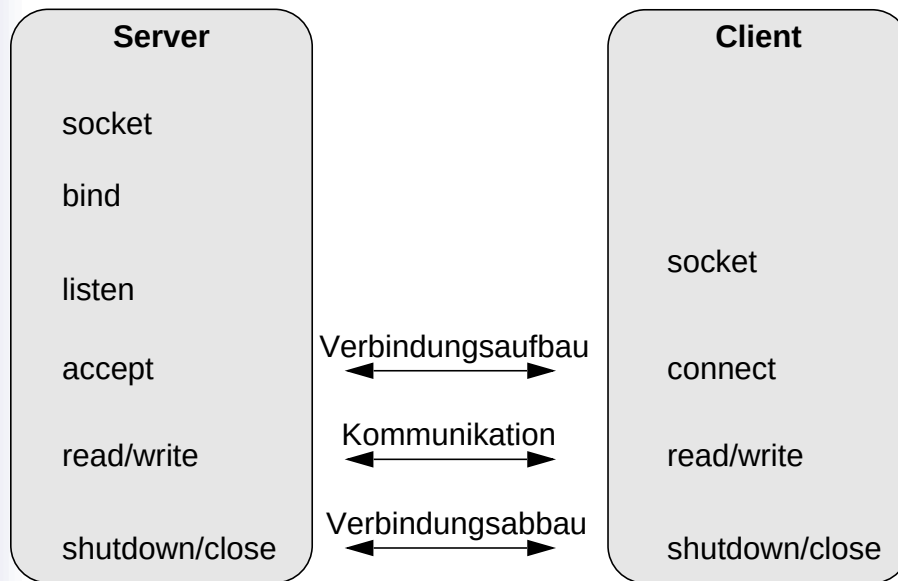
```
fd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0); /* Fehlerabfrage */
name.sin_family = AF_INET;
name.sin_port = htons(port);
name.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

bind(fd, (const struct sockaddr *)&name, sizeof(name)); /* Fehlerabfrage */
listen(fd, 5); /* Fehlerabfrage */
in_fd = accept(fd, NULL, 0); /* Fehlerabfrage */
for(;;) {
    n = read(in_fd, buf, sizeof(buf)); /* Fehlerabfrage */
    write(in_fd, buf, n); /* Fehlerabfrage */
}
close(in_fd);
```

31.3 Schließen einer Socketverbindung

- `close(s)`
- `shutdown(s, how)`
- `how`:
 - ◆ `SHUT_RD`: verbiete Empfang
 - ◆ `SHUT_WR`: verbiete Senden
 - ◆ `SHUT_RDWR`: verbiete Senden und Empfangen

31.4 TCP-Sockets: Zusammenfassung



31.5 Sockets und UNIX-Standards

- Sockets sind nicht Bestandteil des POSIX.1-Standards
- Sockets stammen aus dem BSD-System, sind inzwischen Bestandteil von
 - ◆ BSD (-D_BSD_SOURCE)
 - ◆ SystemV R4 (-DSVID_SOURCE)
 - ◆ UNIX 95 (-D_XOPEN_SOURCE -D_XOPEN_SOURCE_EXTENDED=1)
 - ◆ UNIX 98 (-D_XOPEN_SOURCE=500)

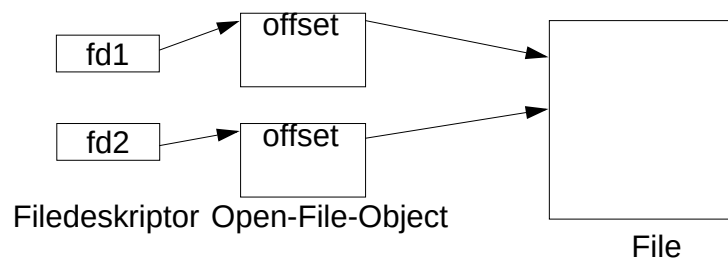
32 Duplizieren von Filedeskriptoren

- Ziel: Socket-Verbindung soll als stdout/stdin verwendet werden
- **newfd = dup(fd)**: Dupliziert Filedeskriptor fd, d.h. Lesen/Schreiben auf newfd ist wie Lesen/Schreiben auf fd
- **dup2(fd, newfd)**: Dupliziert FD in anderen FD (newfd), falls newfd schon geöffnet ist, wird newfd erst geschlossen
- Verwenden von dup2, um stdout umzuleiten:

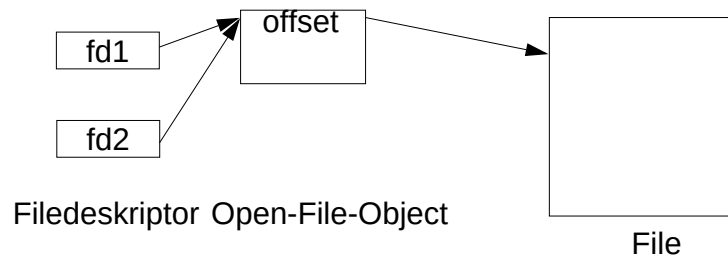
```
fd = open("/tmp/myoutput", O_CREAT | O_RDWR, S_IRUSR | S_IWUSR);
dup2(fd, fileno(stdout));
printf("Hallo\n"); /* wird in /tmp/myoutput geschrieben */
```

32 Duplizieren von Filedeskriptoren

- erneutes Öffnen eines Files



- bei dup werden FD dupliziert, aber Files werden nicht neu geöffnet!



33 Netzwerk-Programmierung - Wissenswertes

- Informationen über Socket-Bindung
- Hostnamen und -adressen ermitteln

33.1 getsockname, getpeername

```
#include <sys/socket.h>
int getsockname(int s, void *addr, int *addrlen);
int getpeername(int s, void *addr, int *addrlen);
```

- Informationen über die lokale Adresse des Socket

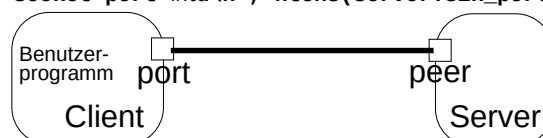
```
struct sockaddr_in server;
size_t len;

len = sizeof(server);
getsockname(sock, (struct sockaddr *) &server, &len);
printf("Socket port %d\n", ntohs(server.sin_port));
```

- Informationen über die remote Adresse des Socket

```
struct sockaddr_in server;
size_t len;

len = sizeof(server);
getpeername(sock, (struct sockaddr *) &server, &len);
printf("Socket port %d\n", ntohs(server.sin_port));
```



33.2 Hostnamen und Adressen

- **gethostbyname** liefert Informationen über einen Host

```
#include <netdb.h>
struct hostent *gethostbyname(const char *name);
struct hostent {
    char    *h_name; /* offizieller Rechnername */
    char    **h_aliases; /* alternative Namen */
    int     h_addrtype; /* = AF_INET */
    int     h_length; /* Länge einer Adresse */
    char    **h_addr_list; /* Liste von Netzwerk-Adressen,
                           Abgeschlossen durch NULL */
};

#define h_addr h_addr_list[0]
```

- **gethostbyaddr** sucht Host-Informationen für bestimmte Adresse

```
struct hostent *gethostbyaddr(const void *addr, size_t len, int type);
```

33.3 Socket-Adresse aus Hostnamen erzeugen

```
char *hostname = "fau107a";
struct hostent *host;
struct sockaddr_in saddr;

host = gethostbyname(hostname);
if(!host) {
    perror("gethostbyname()");
    exit(EXIT_FAILURE);
}
memset(&saddr, 0, sizeof(saddr)); /* Struktur initialisieren */
memcpy((char *) &saddr.sin_addr, (char *) host->h_addr, host->h_length);
saddr.sin_family = AF_INET;
saddr.sin_port = htons(port);

/* saddr verwenden ... z.B. bind oder connect */
```