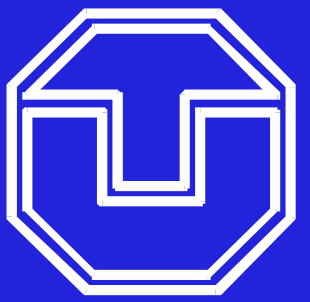
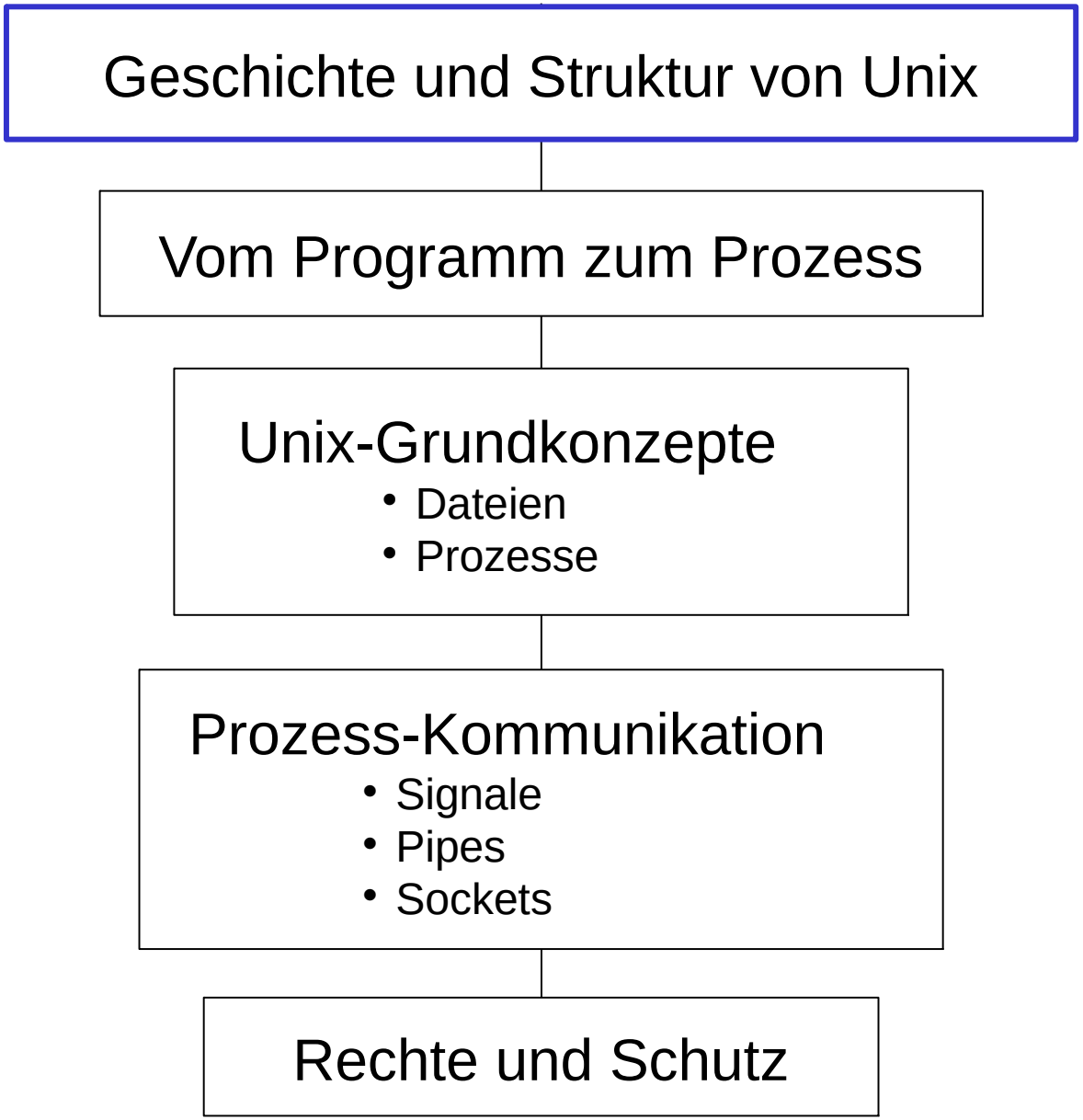
Fallbeispiel Unix

Betriebssysteme

Hermann Härtig
TU Dresden



Wegweiser


Geschichte und Struktur von Unix
Vom Programm zum Prozess
Unix-Grundkonzepte
• Dateien
• Prozesse
Prozess-Kommunikation
• Signale
• Pipes
• Sockets
Rechte und Schutz

Unix-Story

1964	MULTICS (MIT)	wichtige Ideen, aber „Fehlschlag“
1971	Ken Thompson	„UNICS" auf PDP-7 (First Edition)
1973	Dennis Ritchie + KT	C, rewrite in C
1974	Thompson + Ritchie	„The Unix Time-Sharing System“
1975		Sixth Edition, weite Verbreitung
1977	Richard	Portierung auf Interdata 7/32 und 8/32 (32 Bit)
1979		Bourne-Shell, Portable C Compiler (PCC)
198x		virtueller Speicher, Netzwerke
1983	Stallman	GNU Project
1985	Stallman	Free Software Foundation
1986	IEEE	Posix
		“Unix wars“
1991	L. Torvalds et al.	Linux

Grobstruktur Unix

“Daemon” Processes
(cron, exim, dbus, udevd, ...)

Standard Utility Programs
(X11, shell, editors, compilers, etc.)

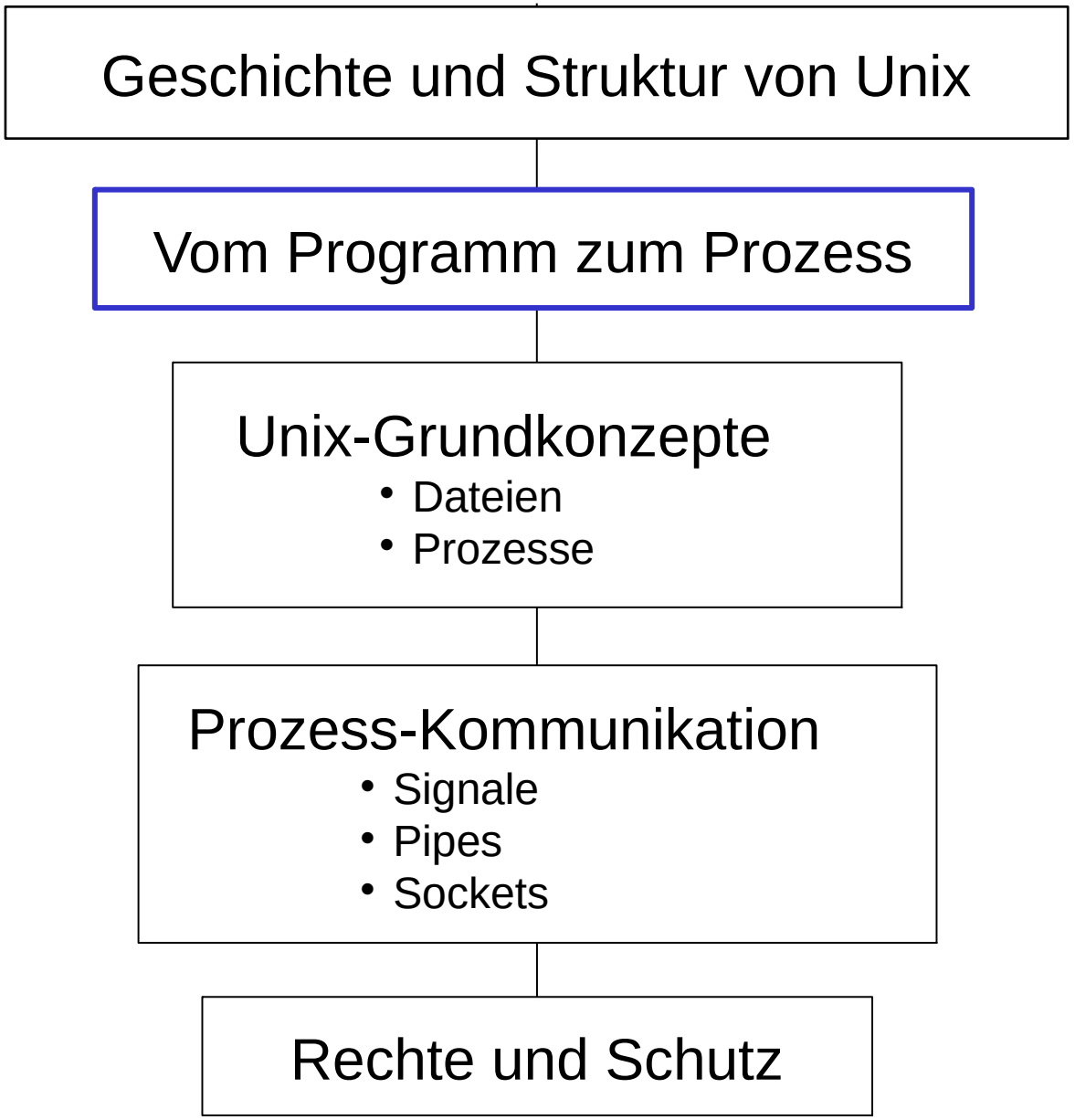
Anwen-dungen

Libraries
C-Lib(open, close, read, write, fork, etc.), X11-lib, …

Unix Operating System Kernel
(process management, memory management, file systems, I/O, protocols, etc.)

CPU, memory, disks, terminals, etc.

Wegweiser


Geschichte und Struktur von Unix
Vom Programm zum Prozess
Unix-Grundkonzepte
• Dateien
• Prozesse
Prozess-Kommunikation
• Signale
• Pipes
• Sockets
Rechte und Schutz

Ausgewählte Shell-Kommandos

pwd	Name des aktuellen Arbeitszversichnisses ausgeben
ls	Verzeichnissinhalt auflisten (list)
mkdir	Verzeichniss erstellen (make directory)
cd	Verzeichniss wechseln (change directory)
mv	Dateien umbenennen (move)
rm	Dateien löschen (remove)
chmod	Dateirechte ändern (change modifiers)
cp	Kopieren (copy)
ln	Verknüpfungen zwischen Dateien erzeugen (link)
cat	Dateien aneinderhängen und ausgeben (concatenate)
less	Seitenweise Ausgabe / Pager (Gegenteil von **more**)
ps	Prozessliste (process status)
man	Anleitungen lesen (browse manual pages)

Syntax: **name options arguments**

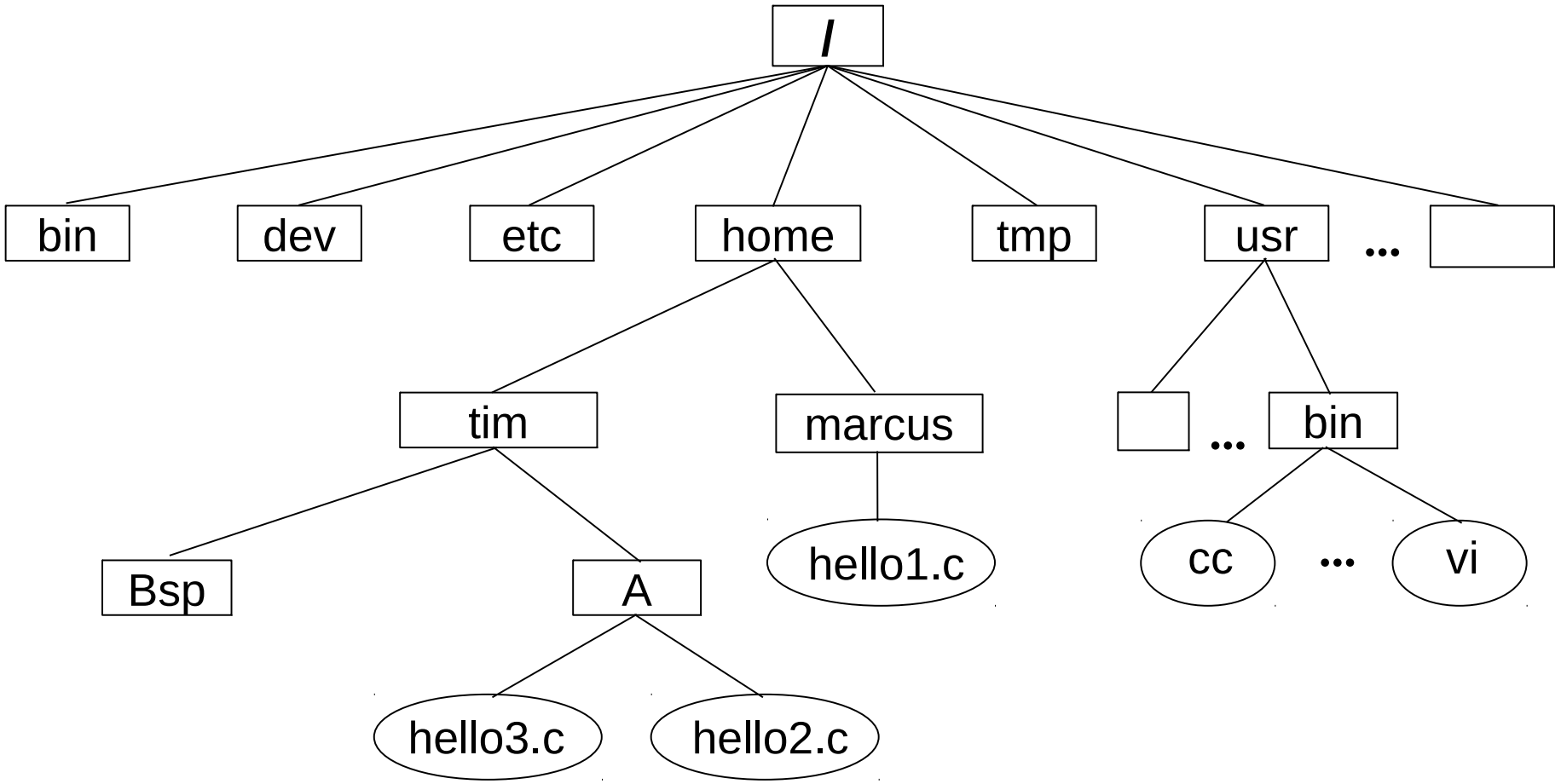
Programmentwicklung

hello1.c

```
#include <stdio.h>                          //Präprozessor-Direktive
int main(int argc, char *argv[])            //Eintrittspunkt
{
    printf(“Hello World\n“);
    return 0;                               //exit-Status
}                                           //(0: erfolgreich)
```

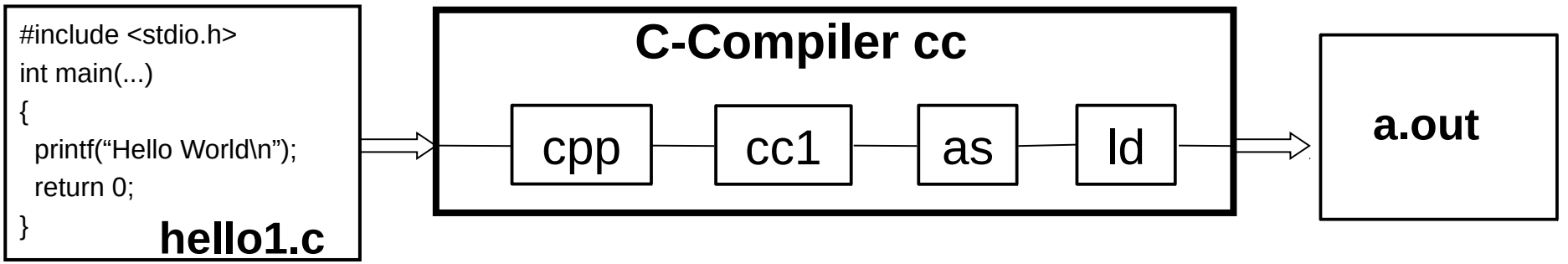
```
$ mkdir Bsp
$ cp /home/marcus/hello1.c Bsp
$ cd Bsp
$ ls -l
$ chmod g+r hello1.c
$ cat hello1.c
```

Verzeichnisstruktur



Schritte des C-Compilers

- cc ist ein „Frontend“ für folgende Teile:
  - Präprozessor `cpp`: .c ⇒ .i C ohne Makros
  - Compiler `cc1`: (.i) .c ⇒ .s Assemblerquelltext
  - Assembler `as`: .s ⇒ .o Objektdatei
  - Linker `ld`: .o ⇒ a.out Programm
- .c, .i und .s sind Text ⇒ Texteditor, z. B. vi
- .o ist Maschinencode ⇒ nm, objdump, objcopy
- a.out ist ausführbar ⇒ ldd, nm, readelf, gdb



Schritte des C-Compilers

- Präprozessor:
  ```
  $ cc -E -o hello1.i hello1.c
  $ less hello1.i
  ```
- Compiler:
  ```
  $ cc -S -o hello1.s hello1.i
  ```
- Assembler:
  ```
  $ cc -c -o hello1.o hello1.s
  $ objdump -lSd hello1.o
  ```
- Linker:
  ```
  $ cc -o hello1 hello1.o
  ```

```
hello1
ls -l h*
```

Rolle des Betriebssystems

```
void _start()
{
    // setup
    status = main(argc, argv);
```

```
int main(int argc, char **argv)
{
    printf(„Hello World\n“);
```

```
int printf(...)  → int vprintf(...)
{
    write(stdout, „Hello world\n“, 12);
}
```

libc.so.6

```
    return 0;
}
```

a.out

```
    exit(status);
}
```

crt1.o

Schnittstelle zum Betriebssystem

376 Systemaufrufe unter Linux *(siehe /usr/include/asm/unistd.h)*

Kernel 2.2/2.4/2.6/2.6.28/3.0/4.7: 190 ⇒ 237 ⇒ 273 ⇒ 331 ⇒ 346 ⇒ 376 Systemaufrufe

restart_syscall	exit	fork	read	write	open	close	waitpid	creat
link	unlink	execve	chdir	time	mknod	chmod	lchown	break
oldstat	lseek	getpid	mount	umount	setuid	getuid	stime	ptrace
alarm	oldfstat	pause	utime	stty	gtty	access	nice	ftime
sync	kill	rename	mkdir	rmdir	dup	pipe	times	prof
brk	setgid	getgid	signal	geteuid	getegid	acct	umount2	lock
ioctl	fcntl	mpx	setpgid	ulimit	oldolduname	umask	chroot	ustat
dup2	getppid	getpgrp	setsid	sigaction	sgetmask	ssetmask	setreuid	setregid
sigsuspend	sigpending	sethostname	setrlimit	getrlimit	getrusage	gettimeofday	settimeofday	getgroups
setgroups	select	symlink	oldlstat	readlink	uselib	swapon	reboot	readdir
mmap	munmap	truncate	ftruncate	fchmod	fchown	getpriority	setpriority	profil
statfs	fstatfs	ioperm	socketcall	syslog	setitimer	getitimer	stat	lstat
fstat	olduname	iopl	vhangup	idle	vm86old	wait4	swapoff	sysinfo
ipc	fsync	sigreturn	clone	setdomainname	uname	modify_ldt	adjtimex	mprotect
sigprocmask	create_module	init_module	delete_module	get_kernel_syms	quotactl	getpgid	fchdir	bdflush
sysfs	personality	afs_syscall	setfsuid	setfsgid	_llseek	getdents	_newselect	flock
msync	readv	writev	getsid	fdatasync	_sysctl	mlock	munlock	mlockall
munlockall	sched_setparam	sched_getparam	sched_setscheduler	sched_getscheduler	sched_yield	sched_get_priority_max	sched_get_priority_min	sched_rr_get_interval
nanosleep	mremap	setresuid	getresuid	vm86	query_module	poll	nfsservctl	setresgid
getresgid	prctl	rt_sigreturn	rt_sigaction	rt_sigprocmask	rt_sigpending	rt_sigtimedwait	rt_sigqueueinfo	rt_sigsuspend
pread64	pwrite64	chown	getcwd	capget	capset	sigaltstack	sendfile	getpmsg
putpmsg	vfork	ugetrlimit	mmap2	truncate64	ftruncate64	stat64	lstat64	fstat64
lchown32	getuid32	getgid32	geteuid32	getegid32	setreuid32	setregid32	getgroups32	setgroups32
fchown32	setresuid32	getresuid32	setresgid32	getresgid32	chown32	setuid32	setgid32	setfsuid32
setfsgid32	pivot_root	mincore	madvise	getdents64	fcntl64	gettid	readahead	setxattr
lsetxattr	fsetxattr	getxattr	lgetxattr	fgetxattr	listxattr	llistxattr	flistxattr	removexattr
lremovexattr	fremovexattr	tkill	sendfile64	futex	sched_setaffinity	sched_getaffinity	set_thread_area	get_thread_area
io_setup	io_destroy	io_getevents	io_submit	io_cancel	fadvise64	exit_group	lookup_dcookie	epoll_create
epoll_ctl	epoll_wait	remap_file_pages	set_tid_address	timer_create	timer_settime	timer_gettime	timer_getoverrun	timer_delete
clock_settime	clock_gettime	clock_getres	clock_nanosleep	statfs64	fstatfs64	tgkill	utimes	fadvise64_64
vserver	mbind	get_mempolicy	set_mempolicy	mq_open	mq_unlink	mq_timedsend	mq_timedreceive	mq_notify
mq_getsetattr	kexec_load	waitid	add_key	request_key	keyctl	ioprio_set	ioprio_get	inotify_init
inotify_add_watch	inotify_rm_watch	migrate_pages	openat	mkdirat	mknodat	fchownat	futimesat	fstatat64
unlinkat	renameat	linkat	symlinkat	readlinkat	fchmodat	faccessat	pselect6	ppoll
unshare	set_robust_list	get_robust_list	splice	sync_file_range	tee	vmsplice	move_pages	getcpu
epoll_pwait	utimensat	signalfd	timerfd_create	eventfd	fallocate	timerfd_settime	timerfd_gettime	signalfd4
eventfd2	epoll_create1	dup3	pipe2	inotify_init1	preadv	pwritev	rt_tgsigqueueinfo	perf_event_open
recvmmsg	fanotify_init	fanotify_mark	prlimit64	name_to_handle_at	open_by_handle_at	clock_adjtime	syncfs	sendmmsg
setns	process_vm_readv	process_vm_writev	kcmp	finit_module	sched_setattr	sched_getattr	renameat2	seccomp
getrandom	memfd_create	bpf	execveat	socket	socketpair	bind	connect	listen
accept4	getsockopt	setsockopt	getsockname	getpeername	sendto	sendmsg	recvfrom	recvmsg
shutdown	userfaultfd	membarrier	mlock2	copy_file_range	preadv2	pwritev2		

Programmentwicklung

hello2.c

```
#include <unistd.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    write(1, „Hello World\n“, 12)
          ↑                      ↑
      STDOUT_FILENO        HELLO_LENGTH
    return 0;
}
```

cc hello2.c
hello2

Systemaufrufe unter Linux

- Parameter werden in Registern übergeben
  eax = Nummer des Systemaufrufs (0 – ...)
- Systemaufrufe haben 0 bis 5 Parameter
  ebx = 1. Parameter
  ecx = 2. Parameter
  edx = 3. Parameter
  esi = 4. Parameter
  edi = 5. Parameter
- Übergang in den Kern durch Softwareinterrupt „int 0x80“, Instruktion „sysenter“ oder spez. Speicherzugriff
- Rückgabewert wird in Register eax übergeben
- Bibliothek libc enthält Hüllfunktionen („Wrapper“)

  z. B.: #include <unistd.h>

  ssize_t **write**(int fd, const void *buf, size_t count);
  ebx ecx edx

Prozess-Struktur

hello3.c

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   int err = 0;
   printf("Bitte Enter-Taste drücken...\n");
   err = getchar();
   if (err < 0)
         perror("getchar");
   return 0;
}
```

Prozess-Struktur

```
>$ hello3 &
[1] 433
>$ Bitte Enter-Taste drücken...
ps -l

UID      PID   PPID   PRI   CMD
-------------------------------------
1026     331   330    75    bash
1026     433   331    76    hello3
1026     453   331    77    ps
```

Organisatorisches

- Webseite: www.inf.tu-dresden.de/index.php?node_id=1312
- Mailingliste: bs2016@os.inf.tu-dresden.de
- Übungen:
  - Einschreibung über JExam
  - zweite Vorlesungswoche: praktische Übung/Konsultation
  - danach reguläre Übungsgruppen
  - eine englische Übungsgruppe
- Klausurvorbereitung
- Organisation: jan.bierbaum@os.inf.tu-dresden.de