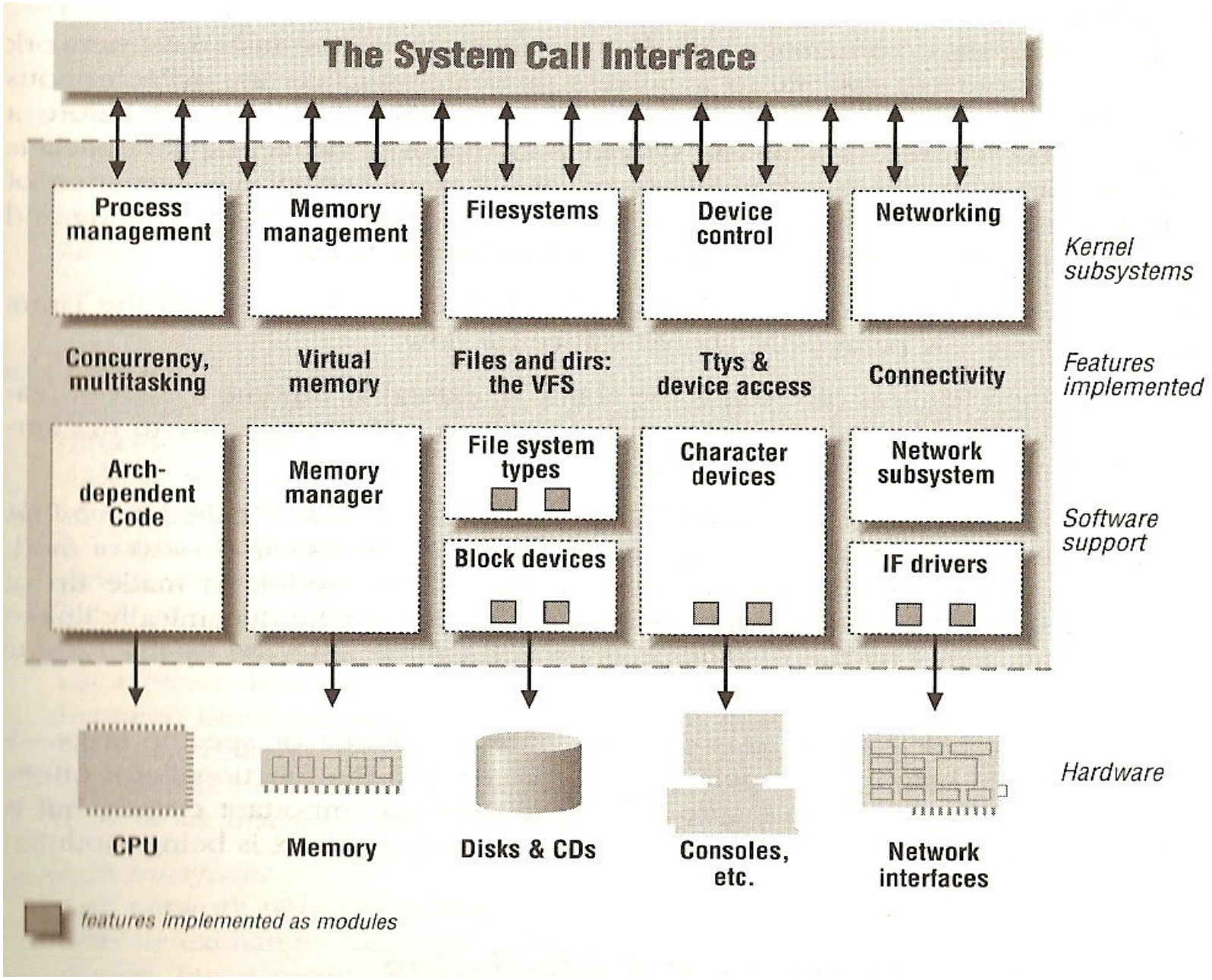
Linux
Architektur

PD Dr. Reinhard Bündgen
buendgen@de.ibm.com
Tel. 07031/16 1130

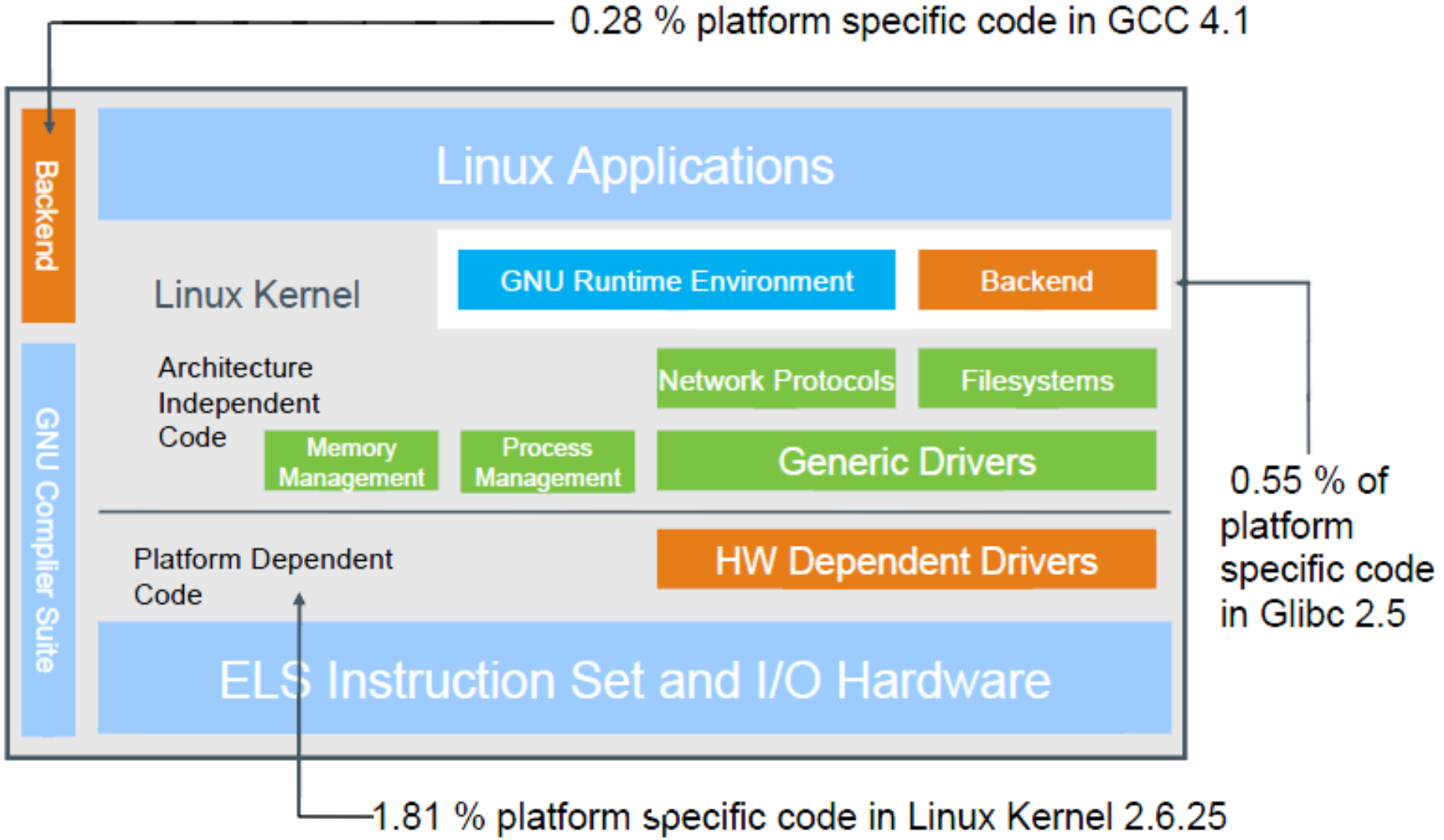
Linux Entwurfsziele

- Klarheit des Codes
- Kompatibilität
  - zu Standards (POSIX), vorhandener SW
- Portabilität
- Robustheit und Sicherheit
- Geschwindigkeit
  - C, Assembler, inline, Optimierung auf gcc

Linux Kern Struktur nach LDD



The Structure of Linux on System z



Etwas Codestatistik

Linux 2.2
[nach Beck et al: Linux Kernelprogrammierung (5. Aufl.)]

	C-Code ohne Headerdateien	Assembler-anweisungen
Gerätetreiber	800000	100
Netzwerk	146000	
VFS-Layer	17500	
25 Dateisysteme	108000	
Initialisierung	4000	3000
Koprozessor		3550
„Rest“	20000	

Linux 2.6.23.1

	Lines of code
arch/...*.c	1003729
...*.S	294801
block/...*.c	13125
crypto/...*.c	20819
drivers/...*.c	3291667
fs/...*.c	655860
init/...*.c	3026
include/...*.h	313487
ipc/...*.c	6748
kernel/...*.c	75461
mm/...*.c	29451
net/...*.c	43810
security/...*.c	23893
sound/...*.c	407626

Kern-Quellen

- http://www.kernel.org

```
uni@linuxtp-reiner:~/LinuxWS0708/linux-2.6.31.3> ls
arch     crypto         fs       Kbuild       Makefile  REPORTING-BUGS
block    Documentation  include  kernel       mm        samples
COPYING  drivers        init     lib          net       scripts
CREDITS  firmware       ipc      MAINTAINERS  README    security
uni@linuxtp-reiner:~/LinuxWS0708/linux-2.6.31.3>
```

Mikrokern vs. Makrokern

Mikro-Kern

- so klein wie möglich
- jedes Konzept läuft als eigener Prozess
  - privilegierter Modus
  - Kommunikation: Nachrichtenaustausch
  - Abschottung unterschiedlicher Kernprozesse
- modular
- dynamischer Kernaufbau
- portabel
- sicher

Makro -Kern (Linux)

- gesamter Kern in gemeinsamen Adressraum
- Kommunikation
  - globale Variable
  - Funktionsaufruf
- schnell

Modularität im Linux-Kern

- LINUX-Kern Module sind Codebereiche, die dynamisch an den Kern gebunden bzw. vom Kern abgekoppelt werden können.
- Werkzeuge (modutils)
  - insmod: lade Module
  - rmmod: entferne Module
  - lsmod: liste geladene Module (vgl. /proc/modules)
  - depmod: bestimme Modulabhängigkeiten
  - modprobe: lade Modul dynamisch

Dynamisches Laden von Modulen

- Module können bei Bedarf dynamisch ge- und entladen werden.
  - usage count
- Standard Modullokation
  - `/lib/modules/<version>/kernel\`
    `{arch,crypto,drivers,fs,...}[...]/*.ko`
  - `/lib/modules/<version>/modules.dep`
- Modulspezifikation: in `/etc/modules.conf` oder in `/etc/modprobe.conf` oder in `/etc/modpobe.d/*.conf`
  - Pfadspez.: `path[misc]=...`
  - Modulname: `alias eth0 ne`
  - `alias block-major-35 xpram`
  - Parameter: `option xpram devs=4`
  - Pre/post Install & Remove sections

Module schreiben

- `#include <linux/module.h>`

- `init_module / module_init(fu_name)`
- `cleanup_module / module_exit(fu_name)`

- `module_param(Variable,Typ,Permissions)`
  - Variable muss vorher deklariert werden
  - Weitere optionale Parameter für externe Namen, Wiederholungen, Defaultwerte

- Beispiel: `linux/drivers/s390/char/vmwatchdog.c`

Hello World Module

```
/*
 *  hello-3.c - Illustrating the __init, __initdata and __exit macros.
 */
#include <linux/module.h>    /* Needed by all modules */
#include <linux/kernel.h>    /* Needed for KERN_INFO */
#include <linux/init.h>      /* Needed for the macros */

static int hello3_data __initdata = 3;

static int __init hello_3_init(void)
{
   printk(KERN_INFO "Hello, world %d\n", hello3_data);

   return 0;

}

static void __exit hello_3_exit(void)
{
   printk(KERN_INFO "Goodbye, world 3\n");

}

module_init(hello_3_init);
module_exit(hello_3_exit);
```

Module: Dokumentation/Lizenz/Sicherheit

- Dokumentation
  - `MODULE_AUTHOR(„Name“)`
  - `MODULE_PARM_DESC(`Name, Beschreibung`)`
- Lizenz
  - `MODULE_LICENSE(„GPL“)`
  - Muss kompatibel zu benutzten importierten Symbolen sein
- Sicherheit
  - Modul muss mit Quellen des zu benutzenden Kerns gebaut werden
  - Magic Numbers

kAPI & kABI

- Das Kernel API
  - kernel (application) programming interface
  - `EXPORT_SYMBOL()`
  - `EXPORT_SYMBOL_GPL()`
- Das Kernel ABI
  - kernel (application) binary interface

Kern Bau

- **Source installation**
  - Ftp kernel archive von www.kernel.org
  - `$tar xvjf linux.v.x.y.tar.bz2  # „j“ = bunzip2`

- **Kern Bau**
- GNU C-Compiler, Gcc (Cross-Compilation: Makefile anpassen)
  - `$make config  # or menuconfig, xconfig or gconfig`
  - `$             # or defconfig`
  - `$             # or edit .config & make oldconfig`
  - `$make`

Module bauen

- Makefile
  - In externem Verzeichnis
    - `obj-m :=` <module name>`.o`
    - <module name>`-objs :=` <file1>`.o` <file2>`.o`
    - `make -C` <kernel location> `SUBDIRS=$PWD modules`
  - In internem Verzeichnis
    - `obj-$(CONFIG_`<option name>`) +=` <module name>`.o`
    - `obj-$(CONFIG_`<option name>`) +=` <module directory>
    - <module name>`-objs :=` <file1>`.o` <file2>`.o`
- Konfiguration
  - Kconfig
    - `def_bool / def_tristate`
    - `default`
    - `prompt`
    - `help`
    - `depends on`

Kernänderungen

1. Hole neuesten Kern
2. Folge LINUX Coding Style
3. Veröffentliche jeden Patch einzeln
4. Erkläre was er macht.
5. Beschreibe Dein Vertrauen in den Patch

- Baue patch und wende ihn an
- Orginalquellen in `linux-3.6.2`
- Modifizierte Quellen in `linux`
- `$ make -C linux-3.6.2 distclean`
- `$ make -C linux distclean`
- `$ diff -urN linux-3.6.2 linux > mypatch.diff`
- Wende Patch an (von root meines Linux Dirs)
- `$ cd linux-3.6.2`
- `$ patch -p1 < ../mypatch.diff`

Linux Codierungsstil

- Konventionen siehe linux/Documentation/CodingStyle
  - einrücken mit TAB (8 Zeichen)
  - Zeilenlänge: 80 Zeichen (aufgehoben?)
  - Leerzeichen, geschweifte Klammern a la K&R
  - Bezeichner: kurze treffende Namen
  - kurze übersichtliche Funktionen (< 10 Parameter, < 2 Seiten)
  - Kommentare: *was* nicht *wie*
- Sonstiges
  - resource aquisition idiom
  - gotos not considered harmful (Fehlerbehandlung)
  - weitgehender Verzicht auf typedef, #if und #ifdef
  - macros, inline disease

Rule #1 in kernel programming: don't *ever* think that things actually work the way they are documented to work.

-- Linus Torvalds

Besonderheiten der Kernprogrammierung

- GNU C (gcc)
  - Inline Assembler
  - Inline Funktionen
  - Verzweigungsannotation
    - `if(unlikely(foo)){`
      `…`
      `}`
- Keine Gleitkommazahlen
- keine Systembibliotheken (glibc)
  - String Funktionen in Kern:
    - `<linux/string.h>`
  - kein printf, aber printk
- sehr kleiner Stack
  - keine Rekursion
  - kleine Parameterlisten
  - keine großen lokale Variablen
- keine glibc
- kein Speicherschutz
- Parallelität
  - Nebenläufigkeit
  - multi core, SMP, NUMA
  - Unterbrechungen
  - Kern preemptiv
- Portabilität

Fehlerindikation

- in user space Funktionen (POSIX)
  - Rückgabewert: -1 entspricht Fehlerindikation
  - Fehlerart: errno
- In Kern Funktionen
  - Rückgabewert
    - >= 0 kein Fehler
    - < 0 (und > -4096): Fehler
    - siehe `<linux/errno.h>` wegen der Fehlerbedeutung

Beispiel printk()

- `kernel/printk.c`
- Gebrauch
  - Notfallmeldungen (z.B. panic)
  - debugging
  - allg. Informationen (z.B. Boot-Meldungen)
- Loglevel `<0>` ... `<7>` (cf. `include/linux/kernel.h`)
  - `DEFAULT_MESSAGE_LOGLEVEL`
  - aktueller Loglevel: `console_loglevel`
  - `DEFALUT_CONSOLE_LOGLEVEL`
  - kann mit `klogd -c` geändert werden
- Format: optionaler Loglevel + `printf`-Format
- merkt sich letzte `LOG_BUF_LEN` Zeichen in `log_buf`
  - wichtig falls Konsole noch nicht initialisiert