System-Programmierung 0: Einführung

Slides: tmb.gr/syspr-0

Überblick

Diese Lektion ist die *Einführung* bzw. das Drehbuch:

Was können Sie vom Modul *syspr* erwarten.

Was wird von Ihnen erwartet.

Hallo

Thomas Amberg (@tamberg), Software Ingenieur.

FHNW seit 2018 als "Prof. für Internet of Things".

Gründer von Yaler, "sicherer Fernzugriff für IoT".

Organisator der IoT Meetup Gruppe in Zürich.

Email thomas.amberg@fhnw.ch

Aufbau Modul *syspr*

15 * 3 = 45 Stunden Unterricht:

Hands-on während der Lektion.

Dazu ca. 45 Stunden Selbststudium.

Total 90 Stunden, d.h. 3 ECTS Punkte.

Lernziele Modul *syspr*

Programmierung in C, da der Unix/Linux-Kern und Basisanwendungen in der Sprache geschrieben sind.

Praktische Nutzung der System-Call Schnittstelle von Unix/Linux lernen anhand von Beispielprogrammen.

Kommunikation zwischen Prozessen (IPC) und deren Synchronisation verstehen und einsetzen lernen.

Termine HS20 — Klasse 3ia

15.09.	Einführung
22.09.	Erste Schritte in C
29.09.	Funktionen
06.10.	File In-/Output
13.10.	Prozesse und Signale
20.10.	Prozesse und Signale
27.10.	Prozess-Lebenszyklus
03.11.	Threads und Synchr.
10.11.	IPC mit Pipes
17.11.	Sockets
24.11.	(Projektwoche)
01.12.	POSIX IPC
08.12.	Zeitmessung
15.12.	Terminals
Ferien	
05.01.	Assessment
12.01.	Weitere Arten von I/O

Termine HS20 — Klasse 3ib

17.09.	Einführung
24.09.	Erste Schritte in C
01.10.	Funktionen
08.10.	File In-/Output
15.10.	Prozesse und Signale
22.10.	Prozess-Lebenszyklus
29.10.	Threads und Synchr.
05.11.	Threads und Synchr.
12.11.	IPC mit Pipes
19.11.	Sockets
26.11.	(Projektwoche)
03.12.	POSIX IPC
10.12.	Zeitmessung
17.12.	Terminals
Ferien	
07.01.	Assessment
14.01.	Weitere Arten von I/O

Lernzielüberprüfung

~~Assessment I und Assessment II, beide obligatorisch.~~

~~Fliessen zu je 50% in die Gesamtbewertung ein.~~

Ein obligatorisches Assessment, 90 Minuten.

Die Schlussnote wird auf Zehntel gerundet.

Es gibt keine Modulschlussprüfung.

Assessment

Aufgaben werden allein zu Hause am Computer gelöst.

Austeilen der Aufgaben und Abgabe mittels GitHub.

Aufgabenstellung als PDF, Lösung als TXT und C.

Alle Unterlagen* sind erlaubt (open book).

*Plus http://man7.org/linux/man-pages

Kommunikation ist nicht erlaubt.

Betrug und Plagiate

Aus Betrug und Plagiate bei Leistungsnachweisen:

"Wer in Arbeiten im Rahmen des Studiums Eigen- und Fremdleistung nicht unterscheidet, wer plagiiert, macht sich strafbar." - M. Meyer

Alles im Assessment muss selbst geschrieben sein.

Unterricht

Slides, Code und Hands-on sind Prüfungsstoff.

Slides als PDF, Code-Beispiele sind verlinkt.

Hands-on laufend, via GitHub abgeben.

Review? GitHub Issue, @tamberg.

Hands-on Sessions

"Be excellent to each other", Fragen / Helfen ist OK.

Google (DDG.co, …) nutzen um Fehler zu beheben.

Blind kopieren bringt keine neuen Einsichten.

Fremden, guten Code lesen hingegen schon.

Ablage Slides, Code & Hands-on

http://tmb.gr/syspr →

https://github.com/tamberg/fhnw-syspr

- 01/
  - hello.c
  - README.md → Slides, Hands-on
- 02/
  - …

Abgabe Hands-on Resultate via GitHub

https://github.com/fhnw-syspr-3ia bzw. 3ib

fhnw-syspr-work-01	Repo Vorlage mit Link
fhnw-syspr-work-01-USER	Repo Kopie pro User
README.md	Hands-on Aufgaben
my_result.c	"Privat", Dozent & User

Wieso GitHub? Professionelles Tool, zugleich Backup.

Wieso Repo/Lektion? Einfacher als Forks updaten.

Kommunikation mit Slack

https://fhnw-syspr.slack.com/

#general	Allg. Fragen und Ankündigungen.
#random	Eher Unwichtiges, Zufälliges.

- tamberg — Messages an eine Person, "privat".

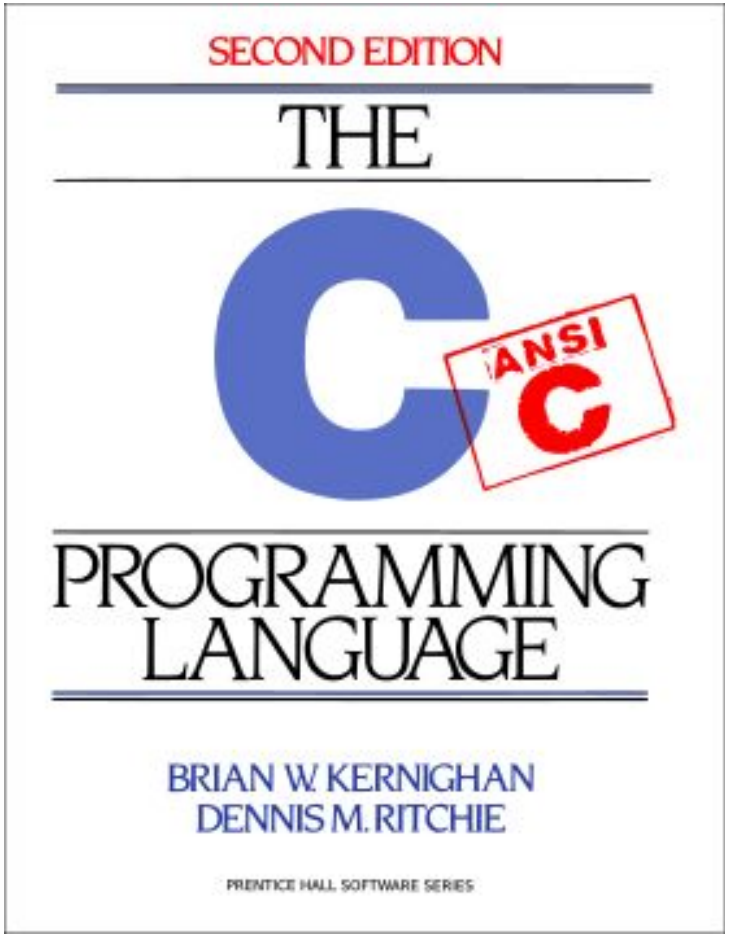
Slack App wird empfohlen, mobile oder Desktop.

Literatur

https://ddg.co/?q=the+c+programming+language+kernighan+ritchie

Absoluter Klassiker für C.

270 Seiten.

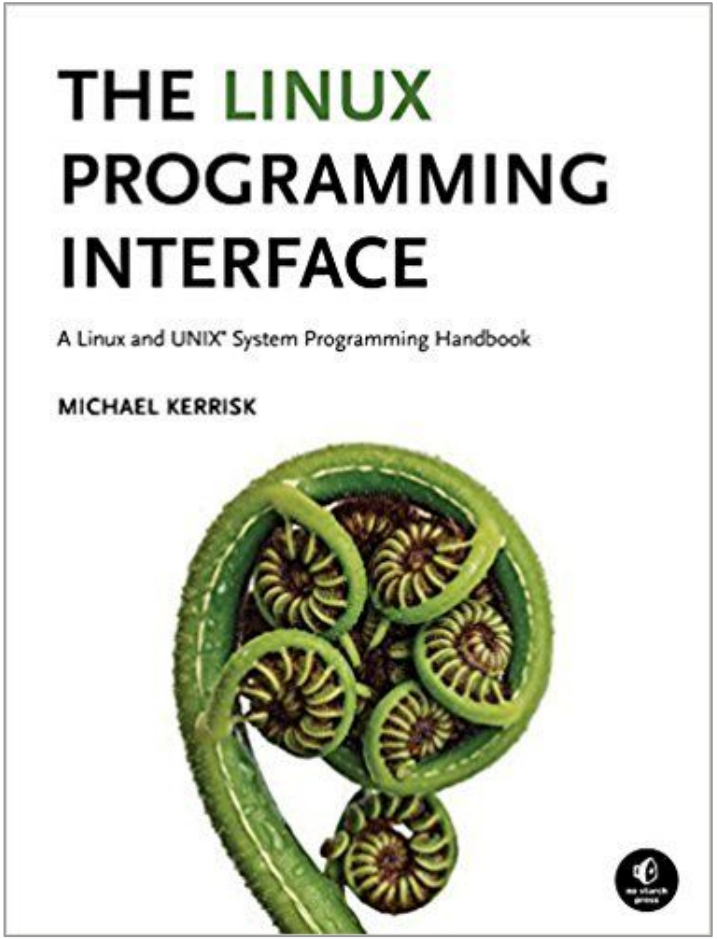


Literatur (optional)

https://ddg.co/?q=the+linux+programming+interface

Nachschlagwerk zu Linux System Calls.

1500+ Seiten.

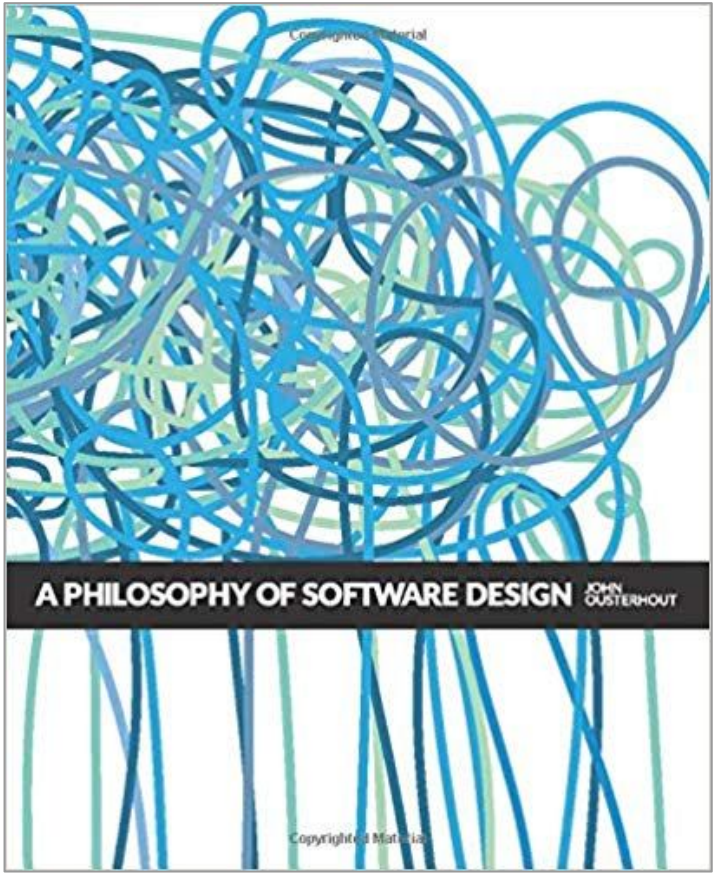


Literatur (optional)

https://ddg.co/?q=a+philosophy+of+software+design

Software Engineering und Design von Schnittstellen.

180 Seiten.



Tools

Terminal (MacOS) bzw. *cmd* (Windows).

Text-Editor, z.B. *nano* oder VS Code.

C Compiler, *gcc* / Debugger, *gdb*.

Code Versionierung mit *git*.

Einfache Tools, ohne "Magie" => Verständnis.

Linux, VM oder Raspberry Pi

System-Programmierung am Beispiel von Linux.

Die Code-Beispiele sind auf Raspbian getestet.

Im Prinzip sollte der C Code portabel sein.

Sie können auch eine VM verwenden.

Wieso Raspberry Pi?

Günstige Hardware.

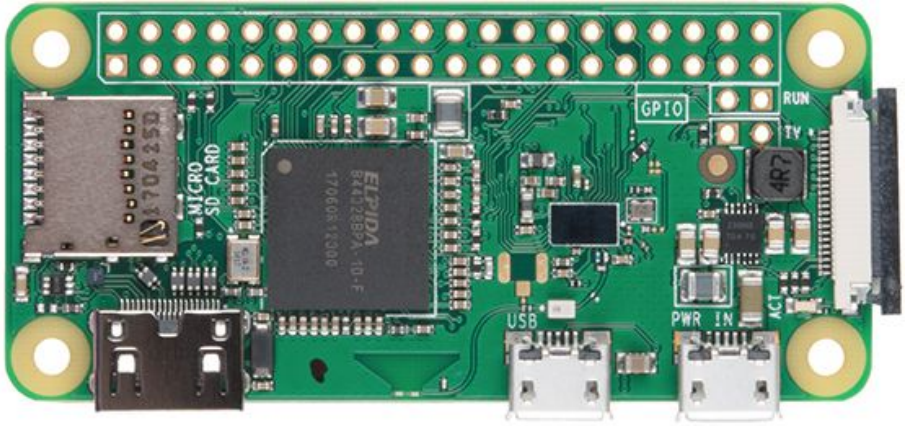
Einheitliche Linux Plattform.

Separates System => "Sandbox".

SD Card neu schreiben => "Factory reset".

Embedded Linux Systeme sind relevant für IoT.

Raspberry Pi



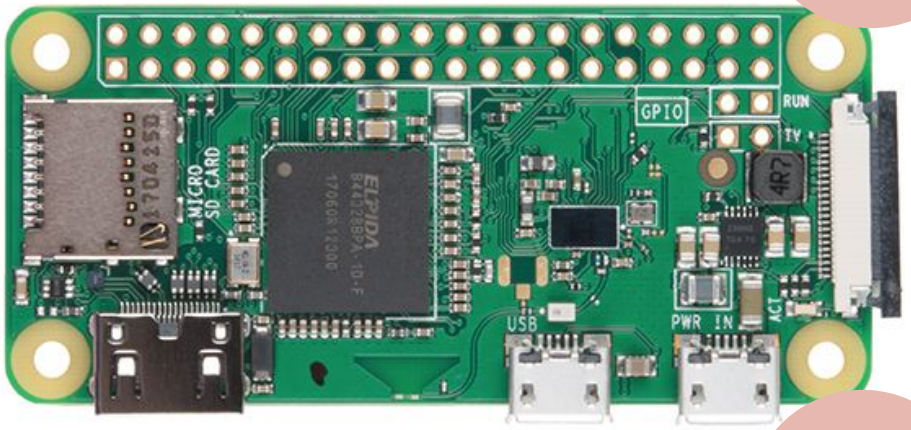
Einplatinencomputer:

https://raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/

1GHz, single core ARM CPU, 512 MB RAM,
Mini HDMI, USB On-The-Go, Wi-Fi, Bluetooth, etc.

Leihweise, inklusive USB Kabel, SD Card, SD Reader.

Raspberry Pi Setup



Raspbian "Buster Lite"
Linux IMG auf SD Card.

SD Card konfigurieren für
Zugriff auf den Pi via USB.

SD Card in Pi einlegen, $ ssh *pi@raspberrypi.local*

Internet-Zugriff direkt mit Wi-Fi (oder via RNDIS).

Raspberry Pi SD Card erstellen

Etcher Tool installieren, Raspbian "Buster Lite" IMG runterladen und *mit Etcher* auf SD Card kopieren.

Fertige SD Card auswerfen, danach erneut einlegen.

Auf SD Card eine *leere* Datei namens *ssh* erstellen:

MacOS, Linux:

```
$ cd /Volumes/boot
$ touch ssh
```

Windows:

```
C:\> E:
E:\> type nul > ssh
```

Raspberry Pi Zero W als RNDIS Gadget

Auf SD Card in *config.txt* neue Zeile *dtoverlay=dwc2*:

```
$ open config.txt
…
dtoverlay=dwc2
```

In *cmdline.txt* nach *rootwait* diesen Text einfügen:

```
$ open cmdline.txt
… rootwait modules-load=dwc2,g_ether …
```

(Windows: *open* durch *notepad* ersetzen.)

Internet-Sharing Wi-Fi zu RNDIS (Mac)

SD card in Raspberry Pi einlegen.

Raspberry Pi via USB verbinden.

Auf dem MacOS Computer:

```
System Preferences > Sharing > [✓] Internet Sharing > Share your connection from: Wi-Fi to computers using RNDIS Ethernet Gadget
```

Internet-Sharing Wi-Fi zu RNDIS (Win)

SD card in Raspberry Pi einlegen.

Auf dem Windows Computer:

1) RNDIS Treiber installieren
2) Bonjour 3.x installieren (~~2.x~~)
3) Raspberry Pi via USB verbinden
4) Windows Wi-Fi mit RNDIS teilen

```
Wi-Fi > Properties > Sharing > [✓] Allow
```

Wi-Fi Konfiguration

In Datei *wpa_supplicant.conf* auf Pi oder SD Card:

```
$ sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
(Oder direkt auf SD Card /boot/wpa_supplicant.conf)
… // für Details, siehe Raspberry Pi WiFi Doku
network={
    ssid="WIFI_SSID"
    psk="WIFI_PASSWORD"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

Wi-Fi Konfiguration mit EAP

```
$ echo -n 'PASSWORD' | iconv -t utf16le | openssl md4
=> PW_HASH, e.g. 62f6e1dc44a0eac6784f134e1c2c2b03
$ sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

```
network={
    ssid="WIFI_SSID"
    scan_ssid=1
    priority=1
    proto=RSN
    key_mgmt=WPA-EAP
    pairwise=CCMP
    auth_alg=OPEN
    eap=PEAP
    identity="ORG_EMAIL"
    password=hash:PW_HASH
    phase1="peaplabel=0"
    phase2="auth=MSCHAPV2"
}
```

Zugriff auf den Raspberry Pi mit SSH

Auf Windows mit dem PuTTY Tool:

```
Host: raspberrypi.local, Port: 22, User: pi
```

Auf MacOS und Linux mit *ssh*:

```
$ ssh pi@raspberrypi.local
```

Oder *ssh* mit IP Adresse, z.B.

```
$ ssh pi@192.168.0.42
pi@192.168.0.42's password: raspberry
```

Linux Shell Kommandos

```
$ ls                                  Directory auflisten
$ mkdir my_directory                  Directory erstellen
$ cd my_directory                     Directory öffnen

$ echo "my file" > my_file           (Datei erstellen)
$ cat my_file                         Datei anzeigen
$ rm my_file                          Datei löschen
$ man rm                              Doku zu rm anzeigen
```

Mehr hier oder auf tldr.sh (auch als PDF).

Textdatei erstellen auf Raspberry Pi/VM

Copy & Paste in eine neue Datei *hello.c*:

```
$ nano hello.c {Text einfügen}
```

Speichern und *nano* beenden:

```
CTRL-X Y ENTER
```

Anzeigen der Datei:

```
$ cat hello.c
```

Datei kopieren zum/vom Raspberry Pi

Auf Windows mit dem WinSCP Tool.

Auf MacOS oder Linux mit FileZilla oder *scp*.

Datei vom Computer zum Raspberry Pi kopieren:

```
$ scp -P 22 LOCAL_FILE pi@RASPI_IP:RASPI_PATH
```

Bzw. vom Raspberry Pi auf den Computer kopieren:

```
$ scp -P 22 pi@RASPI_IP:RASPI_FILE LOCAL_PATH
```

Datei runterladen auf Raspberry Pi/VM

Datei runterladen mit *wget*:

```
$ wget -O LOCAL_PATH REMOTE_URL
```

```
$ wget -O hello.c https://raw.githubuser\
content.com/leachim6/hello-world/master/c/c.c
```

Oder, wenn der Ziel-Dateiname identisch ist:

```
$ wget https://raw.githubusercontent.com/\
antirez/kilo/master/kilo.c
```

Hands-on, 30': Setup

Grundlage für das ganze Modul syspr.

Raspberry Pi Setup via USB zum eigenen Computer.

Oder Setup einer Linux VM auf eigenem Computer.

"Hello World" in C auf Raspberry Pi speichern.

Den C Source Code mit *gcc* kompilieren.

```
$ gcc -o hello hello.c
$ ./hello
```

Source Code Versionierung mit Git

Account erstellen auf GitHub.com.

```
=> USER_NAME, USER_EMAIL
```

Auf dem Pi bzw. VM, *git* installieren mit *apt-get*:

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get install git
```

User konfigurieren:

```
$ git config --global user.email "USER_EMAIL"
$ git config --global user.name "USER_NAME"
```

Git konfigurieren auf Raspberry Pi/VM

SSH Key erstellen:

```
$ ssh-keygen -t rsa -b 4096 -C "USER_EMAIL"
$ eval "$(ssh-agent -s)"
$ cat ~/.ssh/id_rsa.pub
```

Raspberry Pi bzw. VM SSH Key eintragen auf GitHub:

```
User Icon > Settings > SSH and GPG keys >
New SSH key > {SSH Key einfügen}
```

GitHub Repository klonen

GitHub Repository klonen (auf zwei Arten möglich):

```
$ git clone https://github.com/USER_NAME/REPO
$ git clone git@github.com:USER_NAME/REPO.git
```

Neue Datei hinzufügen:

```
$ cd REPO
$ nano my.c
$ git add my.c
```

Git verwenden

Geänderte Dateien anzeigen:

```
$ git status
```

Änderungen committen:

```
$ git commit -a -m "fixed all bugs"
```

Änderungen pushen:

```
$ git push
```

Mehr zu *git* hier.

Hands-on, 20': GitHub

Grundlage für das ganze Modul syspr.

GitHub Account einrichten, falls keiner vorhanden.

Git auf Pi bzw. VM installieren und konfigurieren.

Hands-on Repo erzeugen aus /fhnw-syspr-work-00

D.h. dem Link folgen => Forks => Classroom Link.

Dann das Hands-on Repo (auf Raspberry Pi) klonen.

File hello.c in Hands-on Repo committen, pushen.

Selbststudium, 3h: Pointers and Arrays

Als Vorbereitung auf die nächste Lektion, *Erste Schritte in C*, lesen Sie diese zwei Kapitel in [K&R]:

Chapter 5: Pointers and Arrays

Chapter 6: Structures

Feedback oder Fragen?

Gerne im Slack https://fhnw-syspr.slack.com/

Oder per Email an thomas.amberg@fhnw.ch

Danke für Ihre Zeit.