

# Weitere Beispiele

Dr.-Ing. Volkmar Sieh

Department Informatik 4  
Systemsoftware  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

WS 2025/2026



# Beispiel – FreeType

---



- Bibliothek zum Nutzen von Zeichensätzen
- Zeichensätze

Lizenz: BSD-ähnlich bzw. GPL-2

Mehr Infos unter <http://freetype.org/>



## Beispiel – FreeType

---

Zeichensätze enthalten **Programme**, die berechnen, wie Zeichensätze zu rendern sind (alignen auf Pixelgrenzen, anpassen der Größen bei kleinen Zeichen, ...).

Programme geschrieben für eine **virtuelle Maschine** (damit Zeichensätze auf verschiedenen Rechnern genutzt werden können).





Virtuelle Maschine des ANDROID OS.

- Design ähnlich Java-VM
- statt Stack-, Register-basiert
- JIT

Mehr Info:

<http://source.android.com/devices/tech/dalvik/>

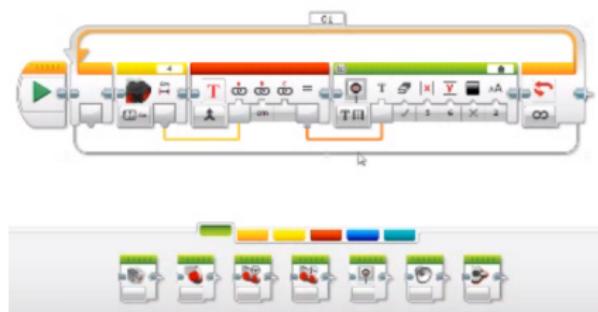
Byte-Code der VM auch Ahead-Of-Time compilierbar mit  
Android-Run-Time-System (ART).



# Beispiel – Lego-Mindstorms



Lego-EV3:



<http://www.legoengineering.com/>



<http://www.lego.de/>



# Beispiel – Lego-Mindstorms

---

## Lego-EV3:

### Hardware:

- Mikrokontroller (ARM9, LCD-Display, LEDs, Taster)
- Motoren
- Sensoren (Taster, Farb-, Ultraschall-, Lage-Sensor)

### Software:

- Grafische Programmierung (auf PC)
- Umsetzung in Byte-Code (auf PC)
- VM im Mikrokontroller (ohne JIT; Open-Source)

Infos: <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads>  
(Hardware-Schaltpläne, Source von Firmware)



Problem: Grafikkarten in modernen 64-Bit-Linux-Systemen:

- PC startet im BIOS im Real-Mode
- => Grafikkarten benötigen BIOS-Extensions für Real-Mode-Code für das BIOS

Aber:

- Linux läuft im 64-Bit-Modus
- => Zeichenausgabe über BIOS nicht möglich
- => VM im Linux-Kernel, die Grafikkarten-BIOS-Extension-Funktionen emulieren kann (z.B. Umschaltung in VESA-Modus)



## Berkeley Packet Filter (BPF)

Virtuelle Maschine (u.A.) im Linux-Kernel, die effiziente Netzwerk-Paket-Filterung erlaubt.

Die Virtuelle Maschine lässt für jedes empfangene oder gesendete Paket eine Funktion durchlaufen, die

- das Paket auslesen kann und
- entscheidet, ob das Paket weitergeleitet oder verworfen wird.

Effizient durch JIT-Techniken.

BPF ist offizielles Backend der LLVM-Infrastruktur.



## Beispiel – Berkeley Packet Filter

Beispiel: tcpdump -d 'ip and tcp port 22':

```
(000) ldh [12]          // fetch eth proto
(001) jeq #0x800      jt 2   jf 12 // is it IPv4?
(002) ldb [23]          // fetch ip proto
(003) jeq #0x6       jt 4   jf 12 // is it TCP?
(004) ldh [20]          // fetch frag_off
(005) jset #0x1fff    jt 12  jf 6  // is it a frag?
(006) ldxb 4*([14]&0xf) // fetch ip header len
(007) ldh [x + 14]     // fetch src port
(008) jeq #0x16       jt 11  jf 9  // is it 22?
(009) ldh [x + 16]     // fetch dest port
(010) jeq #0x16       jt 11  jf 12 // is it 22?
(011) ret #65535      // pass packet
(012) ret #0          // ignore packet
```

(von: Alexei Starovoitov; Linux Foundation Collaboration Summit)

