Atmel AVR RISC µC unter GNU/Linux programmieren

Jan Grosser
email@jan-grosser.de

TroLUG, Troisdorf, 05.12.2013

CC BY

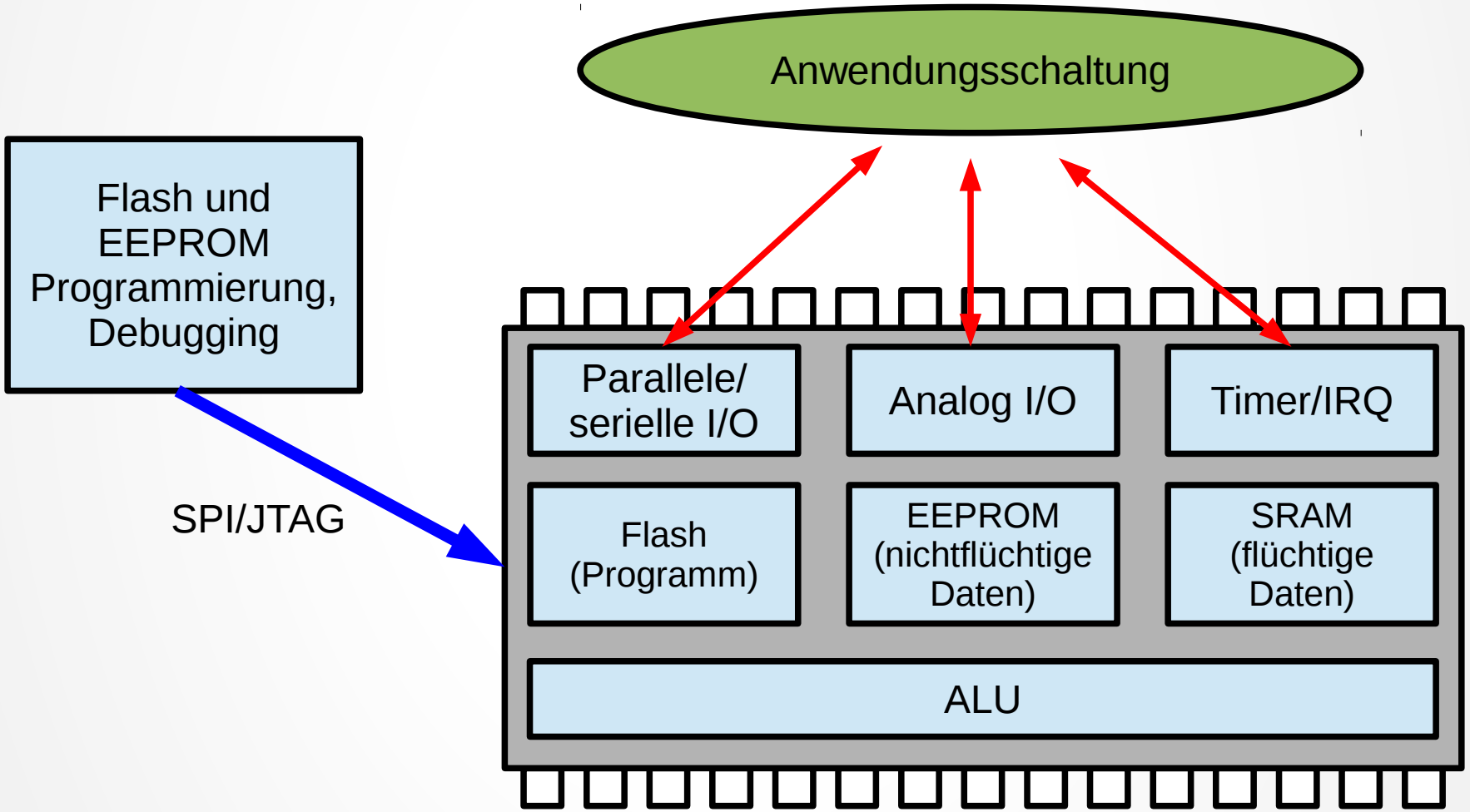
Inhalt

- Begriffe
  - Mikrocontroller
  - Assembler
- Was wird benötigt?
  - Hardware
  - Software
- Beispiel-Workflow (simple-io.asm)
- Probleme/Lösungen
- Lesenswert

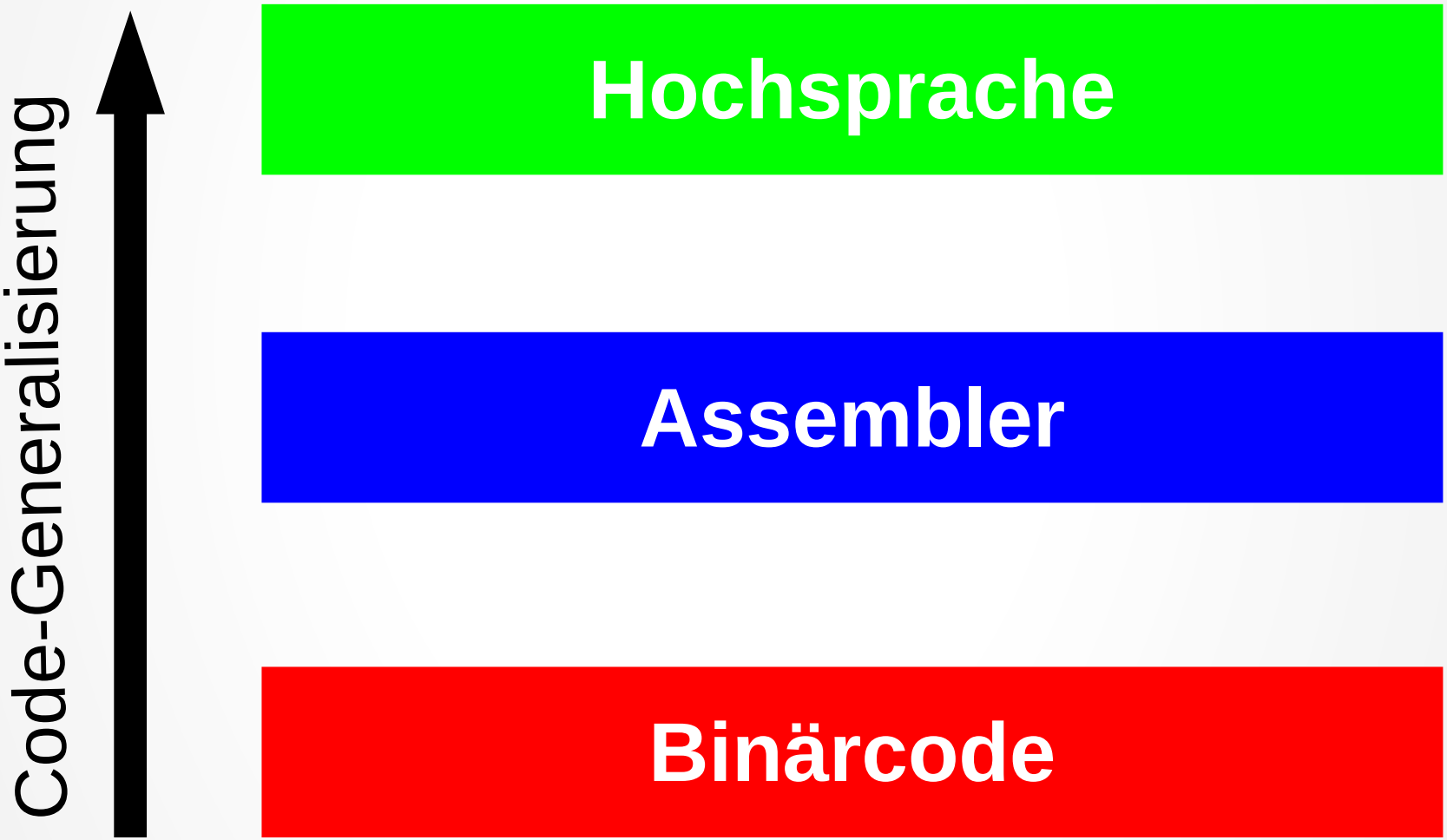
Mikrocontroller

- µC sind leistungsfähige Mini-Computer
- System-on-Chip:
  Prozessor + Speicher + Peripherie
- Armbanduhren, Waschmaschinen, Chipkarten, Autos, ...
- Assembler, C, BASIC, Pascal, Forth, ...
- Ab < 1€ (z.B. ATtiny2313A-PU)
- Bekannte Familien:
  - Atmel AVR/AVR32 (8, 32 Bit)
  - PIC Mikrocontroller (8, 16, 32 Bit)
  - Texas Instruments MSP430 (16 Bit)
  - u.v.m.

Mikrocontroller



Assembler



Assembler

- Menschenlesbare Darstellung von Maschinensprache (Mnemos statt Opcode)
- Gegenteil: Generalisierte Hochsprache wie bspw. C
- Vorteile
  - Direkte Programmierung des Zielsystems
  - Nutzbarkeit aller Features
  - Effizienter als Hochsprachen
  - Verständnis der Funktionsweise des Zielsystems
- Nachteile
  - RISC µC haben nur primitive Funktionen
  - Komplexe Funktionen nur aufwändig realisierbar
  - Schlechte Portierbarkeit

Was wird benötigt?

- Hardware
  - Evaluations-Board
  - Programmer
  - Steckbrett, Elektronik-Kleinkram
- Software
  - Compiler/Assembler
  - Programmier-Software für µC

Hardware: Evaluationsboard

- **ATMEL Evaluations -Board** für < 30€ bei www.pollin.de
- PoC/Entwicklung
- Grundl. Beschaltung (z.B. Power-Versorgung)
- Peripherie (Schalter, LEDs, RS232, ...)
- Sockel für µC oder festverlöteter µC
- Eigene Schaltung läßt sich verbinden
- Arduino Boards gehen z.B. auch!

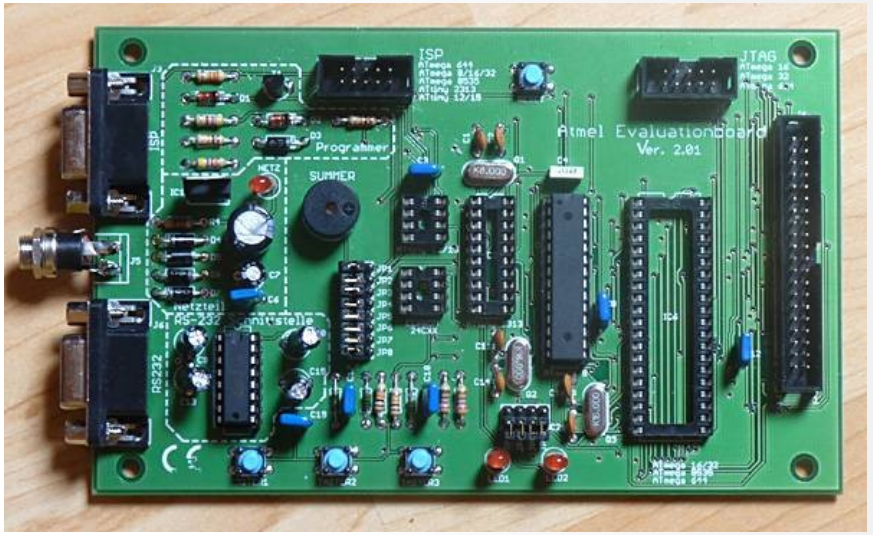
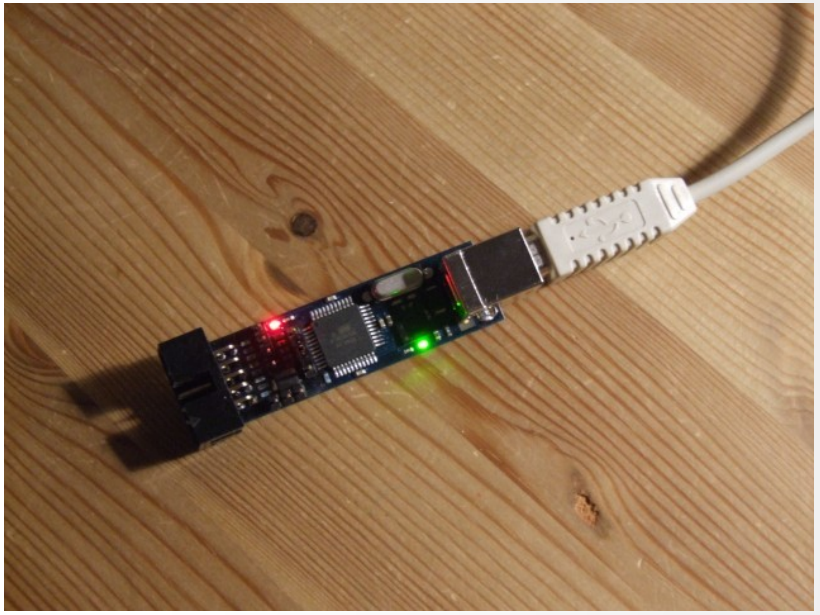


Bild: L. Höll (www.mydarc.de)

Hardware: Programmer

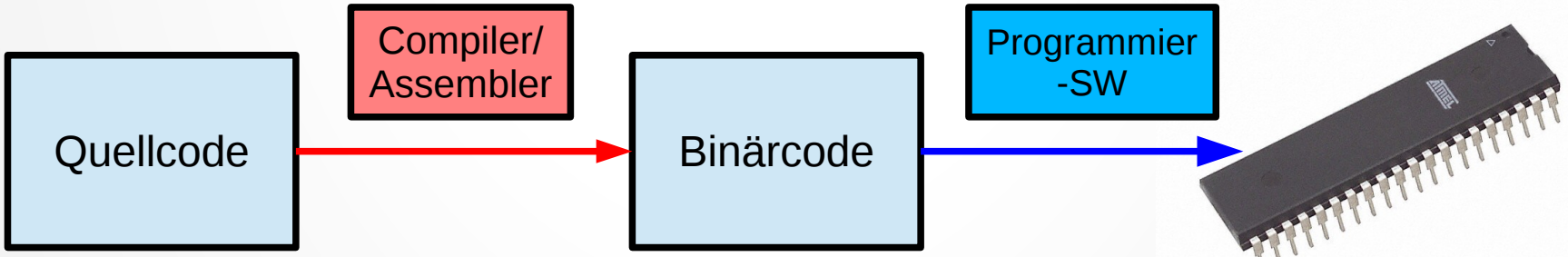
- Embedded Projects **USBprog** für < 30€
- Kompativel AVRISP mk2
- Verbindung PC <--> µC
- Schreiben und Lesen des Flash und EEPROM



- Frei programmierbar, d.h. vielfältig einsetzbar
  - In-System-Programmer/Serial Programming IF
  - JTAG Programmer/Debugger
  - UART-USB-Wandler
  - ...

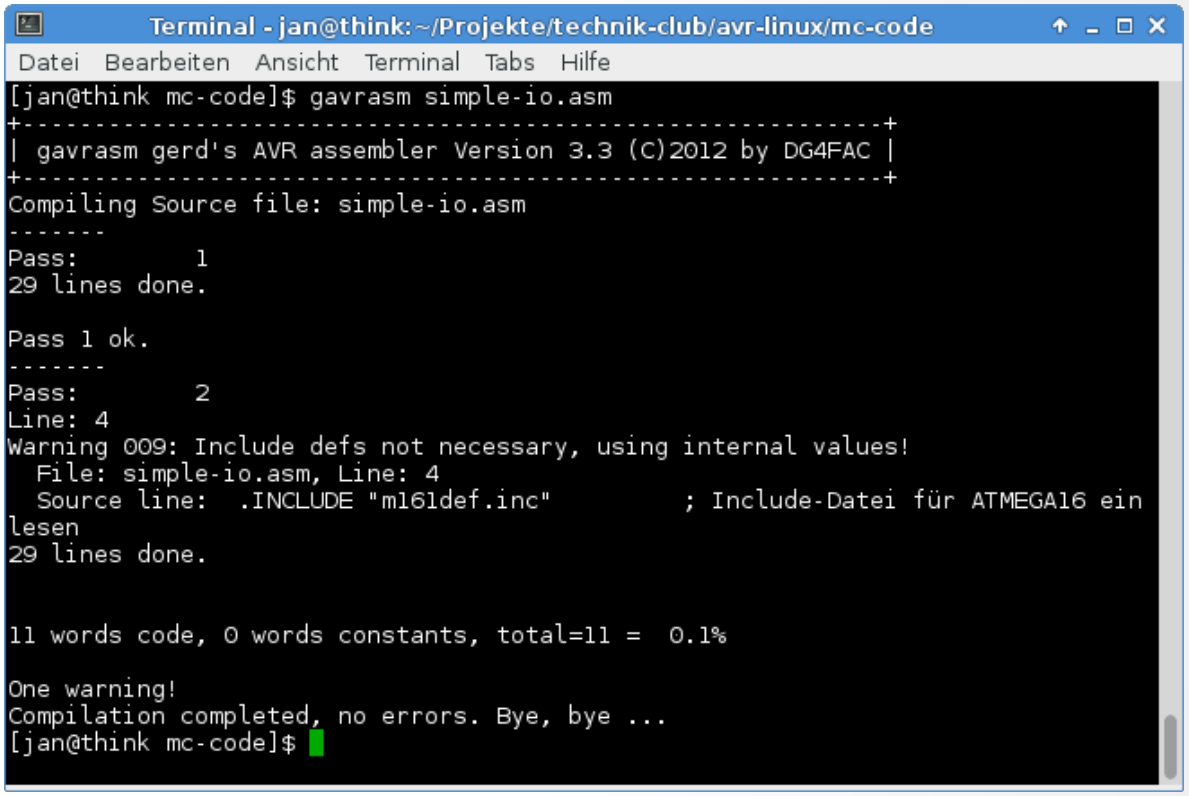
Software: Compiler

- Atmel AVR RISC µC in mehreren Sprachen programmierbar:
  - Assembler
  - C
  - BASIC
  - ...



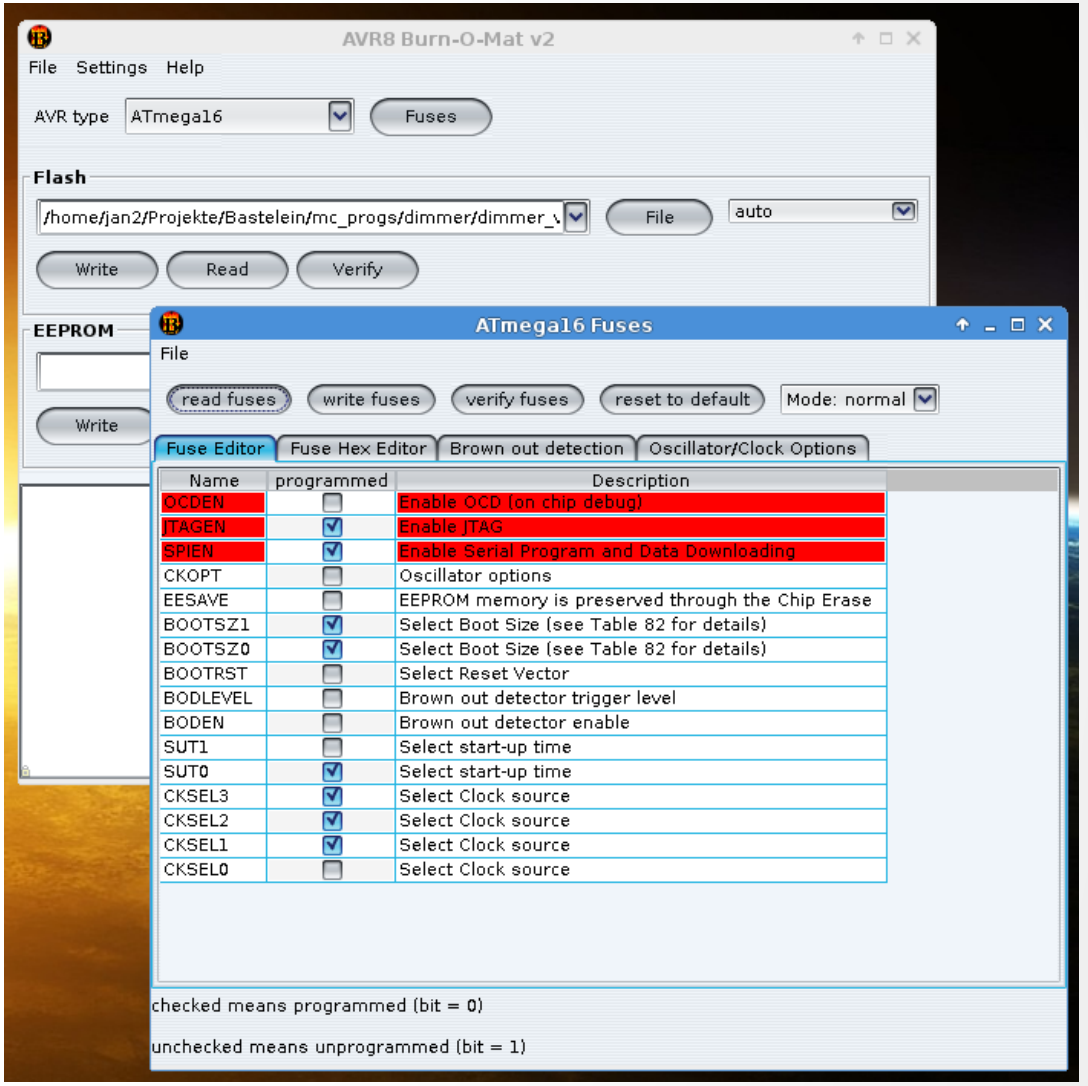
Software: Compiler

- **gavrasm**
  „Gerds AVR Assembler“
- Open Source
- Unterstützt viele ATMEL AVR µC
- Erzeugt Maschinencode
- Kommandozeilen-Programm



Software: Programmier-SW

- **Avrdude**: Open Source Programmer
- **AVR8 Burn-O-Mat** GUI für avrdude
- Hilft insbes. beim Setzen der Fuses



Beispiel-Workflow: Quellcode

simple-io.asm - emacs@localhost.localdomain

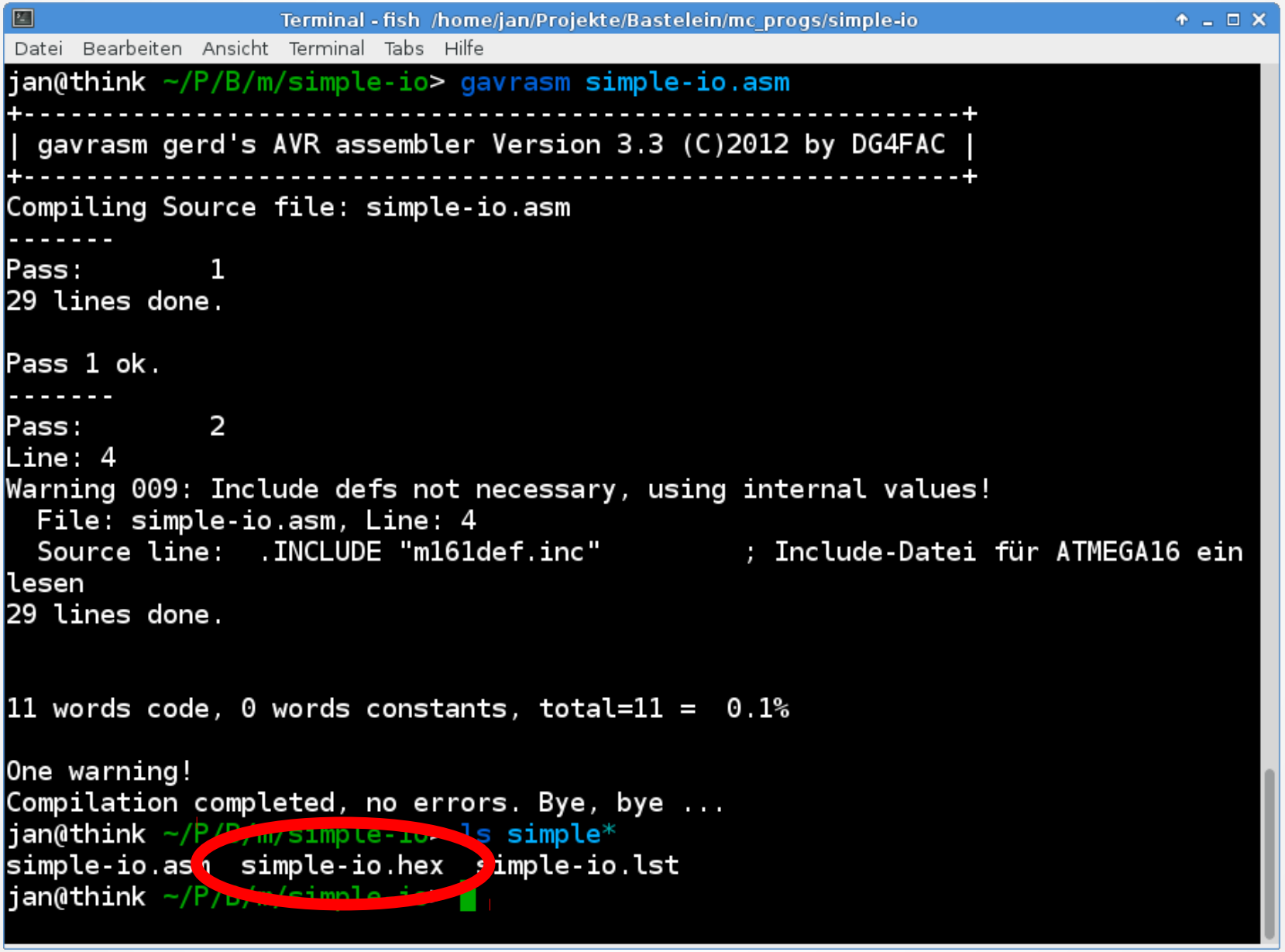
File Edit Options Buffers Tools Asm Help

Save Undo

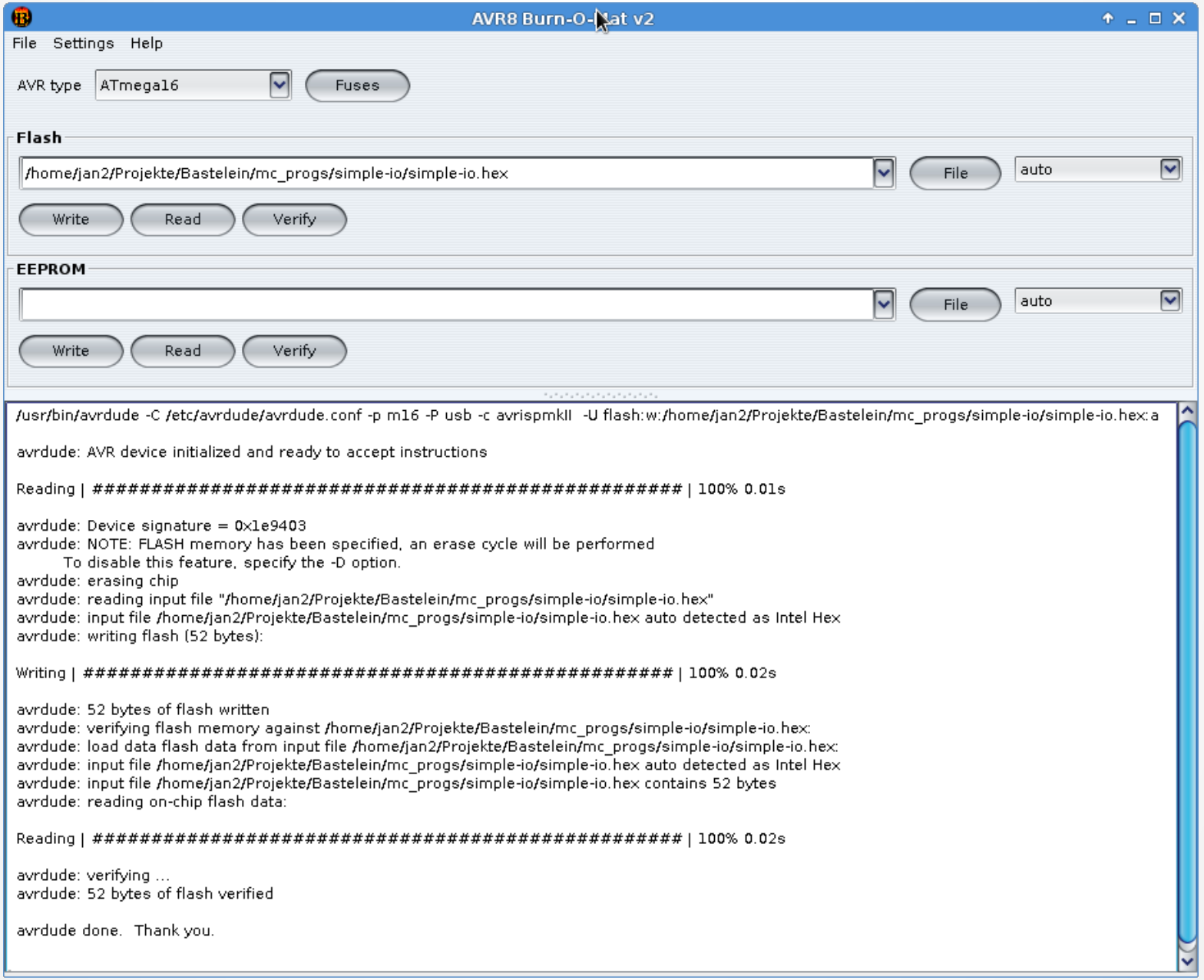
```
; Einfaches IO-Beispiel
; Taster/Schalter an Port C werden eingelesen und auf Port D ausgegeben

        .INCLUDE "m161def.inc"  ; Include-Datei für ATMEGA16 einlesen
        .DEF temp=r16           ; Register r16 bekommt Namen "temp"
        .CSEG                   ; Definiere Codesegment für Befehle
                                ; und Konstanten
        rjmp init               ; Springe zu Programmstart
        .ORG $10                ; Interrupts übergehen (hier unnötig)

; #### Initilisierungen ####
init:
        ldi temp,LOW(RAMEND)    ; Bestimme Low-Byte der höchsten
                                ; SRAM-Adresse
        out SPL,temp            ; In Low-Teil des Stapelzeigers speichern
        ldi temp,HIGH(RAMEND)   ; Bestimme High-Byte der höchsten
                                ; SRAM-Adresse
        out SPH,temp            ; In High-Teil des Stapelzeigers speichern
        ldi temp,$ff            ; Setze temp= 1111 1111
        out DDRD,temp           ; Port D als Ausgang konfigurieren

; #### Hauptschleife ####
loop:
        in temp,PINC            ; Port C einlesen
        com temp                ; Eingabe komplementieren/invertieren
        out PORTD,temp          ; Port C => Port D
        rjmp loop

        .EXIT                   ; Programmende (wird nie erreicht)
```

U:@--- **simple-io.asm** All L31 (Assembler Server)

Beispiel-Workflow: Assemblieren



Beispiel-Workflow: Flashen



Probleme/Lösungen: Kein Zugriff auf Programmer

- Auf Linux-Systemen mit „Hotplugging-Manager“ **udev**:
  - $ sudo su #Root-Rechte erhalten
  - $ touch /etc/udev/rules.d/98-local.rules # Rules-Datei anlegen
  - $ cat 'ACTION=="add", SUBSYSTEM=="usb", ATTRS{idVendor}=="03eb", ATTRS{idProduct}=="2104", MODE="0666"' >> /etc/udev/rules.d/98-local.rules

- Jetzt sollte der Programmer wie folgt mit avrdude ansprechbar sein. Programmer mit PC und Evaluations-Board verbinden und dann folgenden avrdude Befehl ausführen:
  - $ avrdude -c avrispmkII -P usb -p m16 -v # Test connection

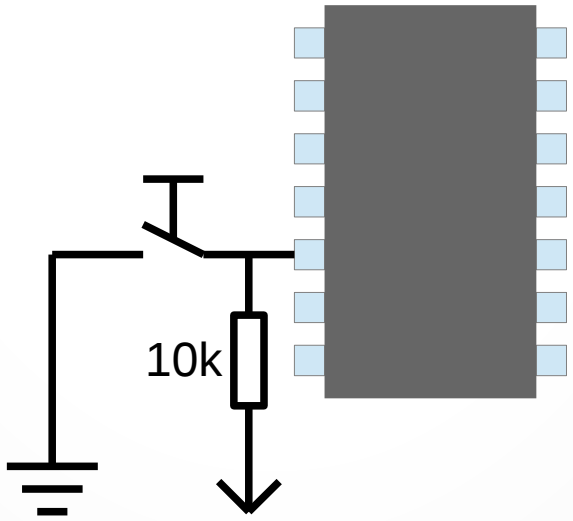
Probleme/Lösungen: Fuses

- Falsche Wahl der Fuses
  - CKSEL0 ... 3 falsch gesetzt => µC taktet nicht
  - Deaktivierung von SPI => keine Programmierung mehr möglich
  - JTAG aktiv => Entspr. Pins nicht als I/O nutzbar

Fuse	**Beschreibung**
OCDEN	On-Chip-Debug: Kein kompletter Power-Down
JTAGEN	JTAG Debugging IF (de)aktivieren
SPIEN	Serial Programming IF (de)aktivieren
CKSEL0 ... 3	Clock Source: · Externer Quarz · Interner oder externer RC Oszillator · Externes Clock Signal

Probleme/Lösungen: I/O

- Input-Pins sollten nicht „offen“ sein
  - Nutzung interner Pull-Up-Widerstand (PUD-Bit in SFIOR Register)
  - Nutzung externer Pull-Up/Down-Widerstand



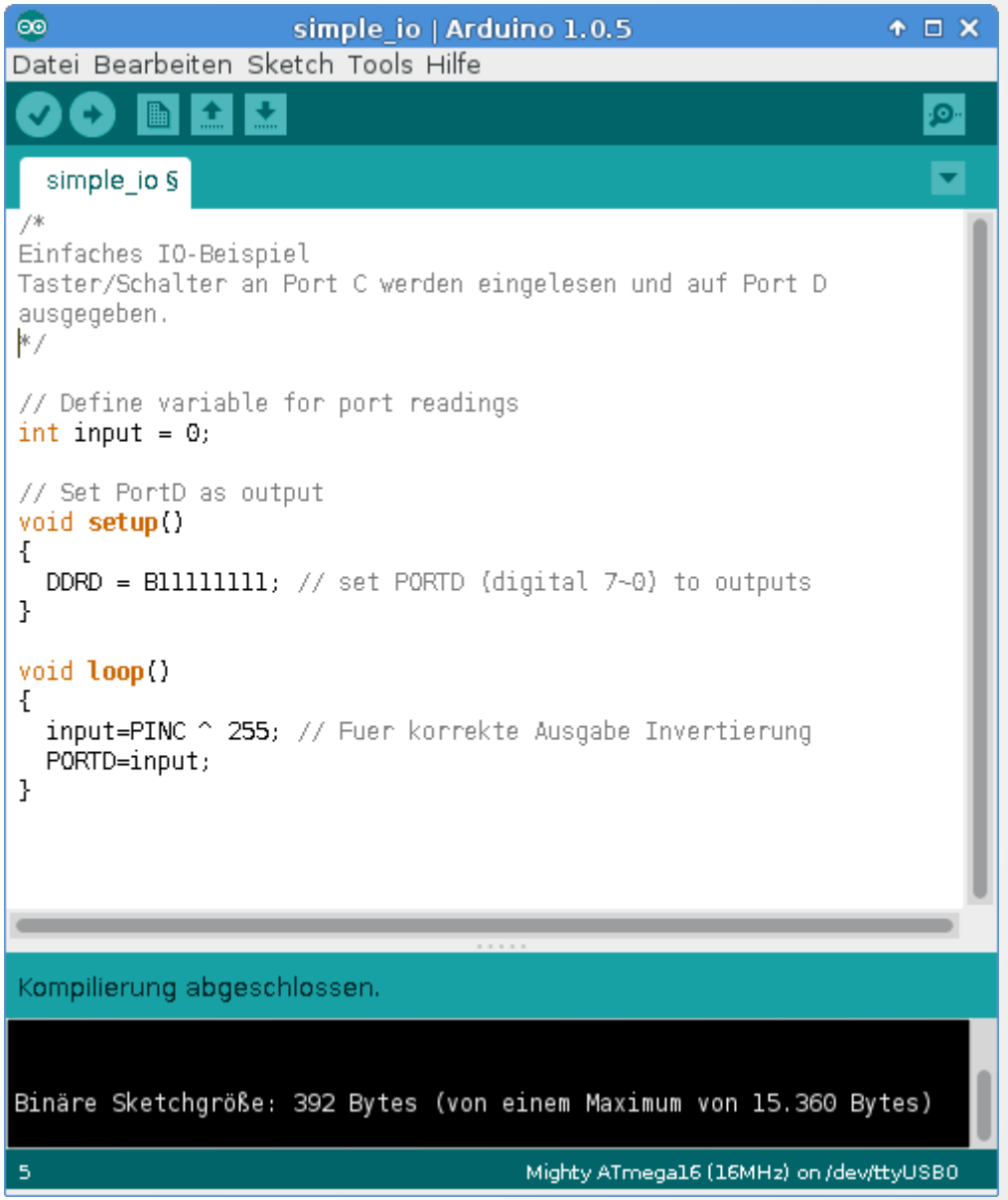
Probleme/Lösungen: I/O

- Taster an Ports „entprellen“
  - SW-Entprellung
  - HW-Entprellung (z.B. MC 14490)

```
; Warte auf fallende Flanke an PIND0 (Taste drücken)
loop:   sbic PIND,PIND0          ; Überspringe nächsten
                                 ; Befehl wenn PIND0 low
        rjmp tast2               ; Herausspringen

; Führe Funktion aus, die mit Tastendruck getriggert wird
        inc counter              ; Inkrementiere Counter

        rcall pause              ; Verzögerung

; Warte nun auf steigende Flanke (Taste loslassen)
tast1:  sbis PIND,PIND0          ; Überspringe nächsten
                                 ; Befehl wenn PIND0 high
        rjmp tast1               ; Wiederhole Schleife

tast2:  rjmp loop                ; Programm-Schleife

; ====================================================

; Verzögerung durch Hochzählen eines 16Bit-Registers
pause:  push r24                 ; Rette Register
        push r25                 ; Rette Register
        clr r24                  ; Low Byte 16Bit Zählreg.
        clr r25                  ; High Byte
pause1: sbiw r24,1               ; dekrementiere Zählreg.
        brne pause1              ; Gehe pause1 solange !=0
        pop r25                  ; Register zurücksetzen
        pop r24                  ; Register zurücksetzen
        ret                      ; Rücksprung
```

Vergleich: avr-gcc vs gavrasm

- Assembler: 52 Bytes
- Arduino/avr-gcc: 392 Bytes



zurück

Lesenswert

- Bücher
  - G. Schmitt, Mikrocomputertechnik mit Controllern der Atmel AVR-RISC-Familie, Oldenbourg (39,80€)
- WWW
  - http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR-Tutorial
  - http://www.avr-asm-tutorial.net/avr_de/beginner/
  - http://www.avrbeginners.net/