

Beispiel ATmega32: Port-Register

Pro Port x sind drei Register definiert (Beispiel für $x = D$)

- **DDR_x** **Data Direction Register:** Legt für jeden Pin i fest, ob er als Eingang (Bit $i=0$) oder als Ausgang (Bit $i=1$) verwendet wird.

7	6	5	4	3	2	1	0
DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

- **PORT_x** **Data Register:** Ist Pin i als Ausgang konfiguriert, so legt Bit i den Pegel fest (0=GND sink, 1=Vcc source). Ist Pin i als Eingang konfiguriert, so aktiviert Bit i den internen Pull-Up-Widerstand (1=aktiv).

7	6	5	4	3	2	1	0
PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

- **PIN_x** **Input Register:** Bit i repräsentiert den Pegel an Pin i (1=*high*, 0=*low*), unabhängig von der Konfiguration als Ein-/Ausgang.

7	6	5	4	3	2	1	0
PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0
R	R	R	R	R	R	R	R

Verwendungsbeispiele: $\hookrightarrow$ [3-5] und $\hookrightarrow$ [3-8] [1, S. 66]

Peripheriegeräte – Register (Forts.)

- Memory-mapped Register ermöglichen einen komfortablen Zugriff
 - Register $\rightarrow$ Speicher $\rightarrow$ Variable
 - Alle C-Operatoren stehen direkt zur Verfügung (z. B. `PORTD++`)
- Syntaktisch wird der Zugriff oft durch Makros erleichtert:

```
#define PORTD ( * (volatile uint8_t*) ( 0x12 ) )
```

Adresse: int
Adresse: volatile uint8_t* (Cast $\hookrightarrow$ [7-17])
Wert: volatile uint8_t (Dereferenzierung $\hookrightarrow$ [13-4])

PORTD ist damit (syntaktisch) äquivalent zu einer volatile uint8_t-Variablen, die an Adresse 0x12 liegt

- Beispiel

```
#define PORTD (*(volatile uint8_t*)(0x12))

PORTD |= (1<<7);           // set D.7
uint8_t *pReg = &PORTD;    // get pointer to PORTD
*pReg &= ~(1<<7);          // use pointer to clear D.7
```

Bitoperationen – Anwendung

Durch Verknüpfung lassen sich gezielt einzelne Bits setzen/löschen

Bit# 7 6 5 4 3 2 1 0
PORTD [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?]

Bit 7 soll verändert werden, die anderen Bits jedoch erhalten bleiben!

0x80
PORTD |= 0x80 [1] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?]

Setzen eines Bits durch **Ver-odern** mit Maske, in der nur das Zielbit 1 ist

~0x80
PORTD &= ~0x80 [0] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1]

Löschen eines Bits durch **Ver-unden** mit Maske, in der nur das Zielbit 0 ist

0x08
PORTD ^= 0x08 [0] [0] [0] [0] [1] [0] [0] [0]

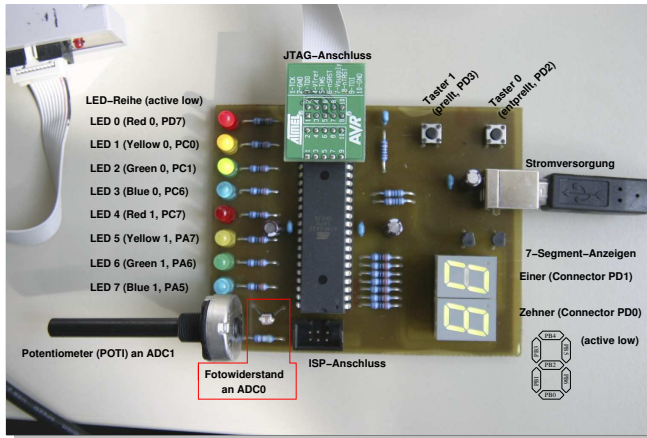
Invertieren eines Bits durch **Ver-xodern** mit Maske, in der nur das Zielbit 1 ist

Das erste C-Programm für einen μ -Controller

„Hello World“ für AVR ATmega (vgl. $\hookrightarrow$ [3-1])

```
1 #include <avr/io.h>
2
3 void main() {
4     // initialize hardware: LED on port D pin 7, active low
5     DDRD |= (1<<7); // PD7 is used as output
6     PORTD |= (1<<7); // PD7: high --> LED is off
7
8     // greet user
9     PORTD &= ~(1<<7); // PD7: low --> LED is on
10
11     // wait forever
12     while(1){
13     }
14 }
```

- ATmega32- μ C
- JTAG-Anschluss
- 8 LEDs
- 2 7-Seg-Elemente
- 2 Taster
- 1 Potentiometer
- 1 Fotosensor



- Ausleihe zur Übungsbearbeitung möglich
- Oder noch besser $\rightarrow$ selber Löten



Modulschnittstelle: foo.h

```
// foo.h
#ifndef _F00_H
#define _F00_H

// declarations
extern uint16_t a;
void f(void);

#endif // _F00_H
```

Modulimplementierung foo.c

```
// foo.c
#include <foo.h>

// definitions
uint16_t a;
void f(void){
    ...
}
```

Modulverwendung bar.c
(vergleiche $\rightarrow$ 12-11)

```
// bar.c
extern uint16_t a;
void f(void);
#include <foo.h>

void main() {
    a = 0x4711;
    f();
}
```

