Praktikum Systemprogrammierung

26. Oktober 2020

Versuch 0 - Vorkurs

Übersicht

- Inhalt des Vorkurses
  - Projekterstellung in AtmelStudio
  - Kennenlernen der Hardware
  - Grundlagen der Programmiersprache C
  - Ansprechen der Hardware im Programmcode

Benötigte Unterlagen

- Begleitendes Dokument
  - Beantwortet fast alle Fragen zum Praktikum
  - Zu finden im Moodle Lernraum
- Zu finden im Netzlaufwerk
  - \\pcpool.rz.rwth-aachen.de\files\group\embedded\psp
  - Vom RWTH-Netz aus erreichbar

Zu finden unter `Computer` → `GruppeXX` → `public`:

- Versuchsunterlagen zu V0
- Diese Präsentation

Die Programmiersprache C

- Eignet sich zur Verwendung von Mikrocontrollern
- Der Programmierer muss sich um vieles selbst kümmern
- Ausführliche Einführung in C befinde sich im begleitenden Dokument

Binär- und Hexadezimalzahlen

- Zahlen können in C als Dezimal-, Binär- oder Hexadezimalzahlen angegeben werden

```
// Initialisierung von var1 (dezimal)
uint8_t var1 = 200;

// Initialisierung von var2
// (binär durch Voranstellen von 0b)
uint8_t var2 = 0b11001000; // var2 = 200;

// Initialisierung von var3
// (hex durch Voranstellen von 0x)
uint8_t var3 = 0xC8; // var3 = 200;
```

Bitweise Operatoren auf Zahlen

- Einzelne Bits von Ausdrücken lassen sich durch bitweise Operatoren manipulieren
- Die Operanden werden Bit für Bit durchgegangen und immer zwei Bits zu einem dritten Bit verknüpft
- Bsp.: Veroderung

```
// Erstellung zweier Variablen mit jeweils 8 Bit
uint8_t var1 = 0b10101010;
uint8_t var2 = 0b00000111;
// Verodert:   0b10101111

uint8_t var3 = var1 | var2;
```

Funktion bitweiser Operatoren

- Veroderung: Bits setzen (auf 1 setzen)

```
// Bit 2 (beginnend bei 0) von var setzen
var |= 0b0000100; // kurz für: var = var | 0b00000100;
```

- Verundung: Bits löschen (auf 0 setzen)

```
// Bit 2 von var löschen
var &= 0b11111011;
```

- XOR / $\oplus$: Bits invertieren

```
// Bit 2 von var invertieren
var ^= 0b0000100;
```

Konstanten im Quellcode, welche dazu bestimmt sind, immer die gleichen Bits einer Variable zu manipulieren, werden „Bitmasken“ genannt

Mehr Operatoren...

- Bit-Shifting
  - Verschiebt Bits eines Wertes
  - Auf der Seite, in die geschoben wird, fallen Bits raus
  - Auf der anderen Seite rücken Nullen nach

```
uint8_t var = 0b00111111;
// Inhalt von var um zwei Stellen nach links schieben
uint8_t l = var << 2; // 0b11111100
// Und nach rechts...
uint8_t r = var >> 2; // 0b00001111
```

- Bitmasken lassen sich einfach durch Bit-Shifting erzeugen

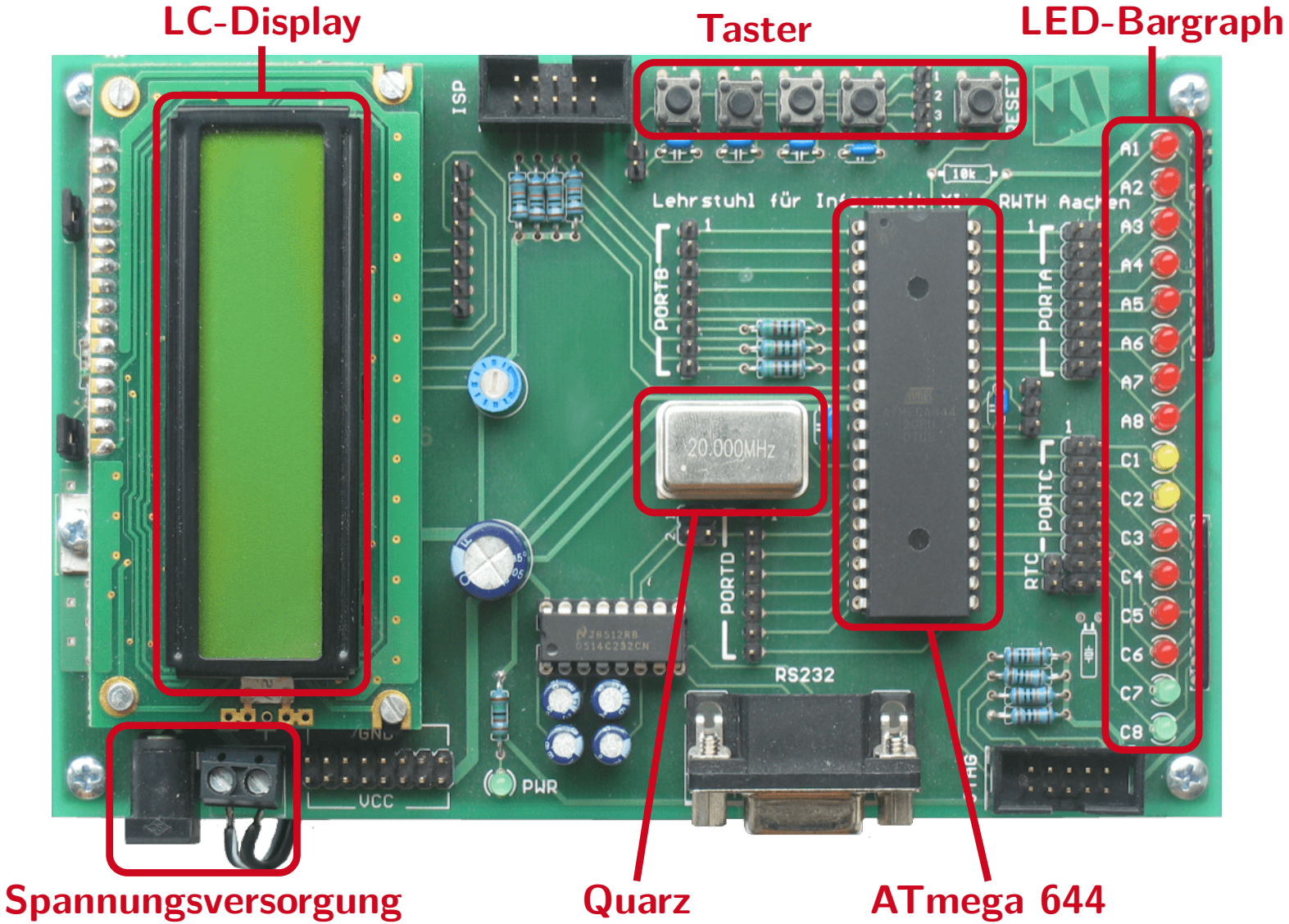
```
uint8_t mask1 = 1 << 5; // 0b00100000
uint8_t mask2 = (1 << 5) | (1 << 3); // 0b00101000
```

Mehr Operatoren...

- Bitweise Negation
  - Invertiert jedes Bit

```
uint8_t mask1 = ~(1 << 5); // 0b11011111
uint8_t mask2 = ~((1 << 5) | (1 << 3)); // 0b11010111
```

Mikrocontroller



Ports des Mikrocontrollers

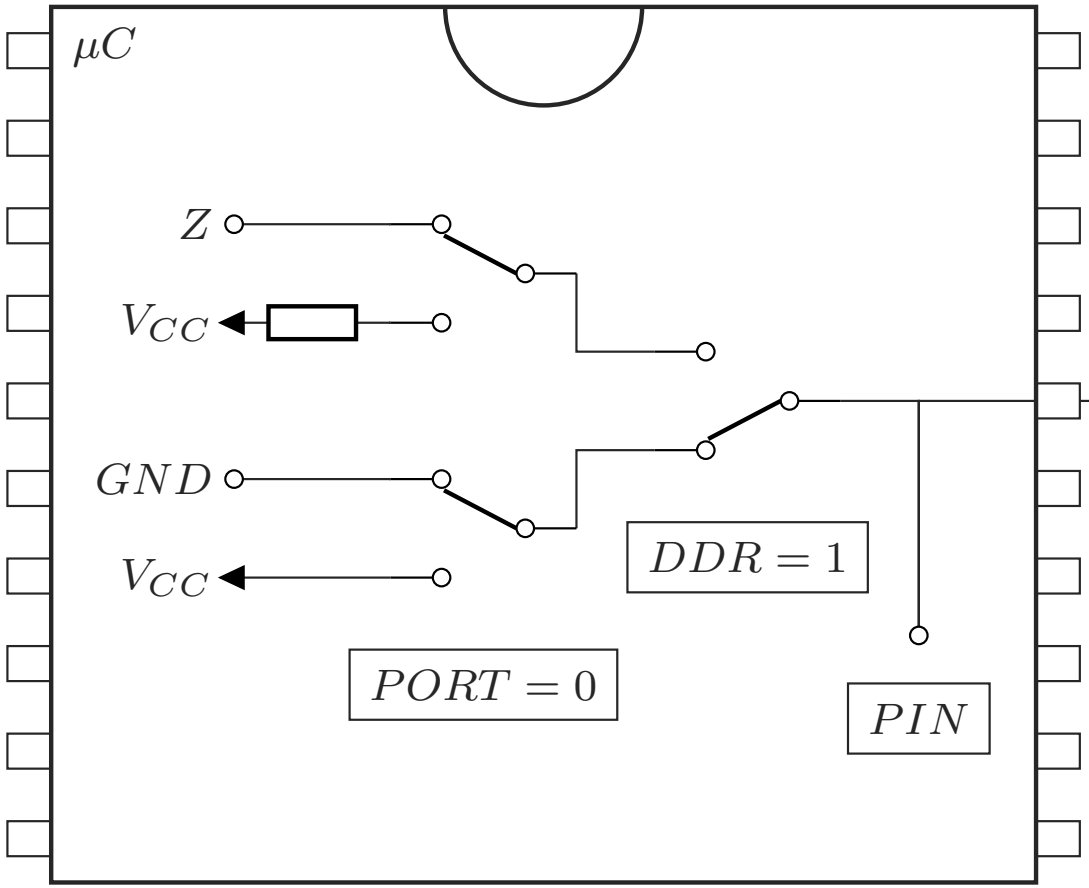
- ATmega644 verfügt über 4 Ports (A, B, C, D)
  - Jeder Port besitzt 8 Pins
- Jedem Port sind drei Kontrollregister zugeordnet:
  - PORTx
  - PINx
  - DDRx

  $\Big\} \; x \in \{A, B, C, D\}$
- Jedes Register umfasst 8 Bits
  - Jedes Bit ist einem Pin des Ports zugeordnet
- Können direkt im Code angesprochen werden

Kontrollregister für Ports

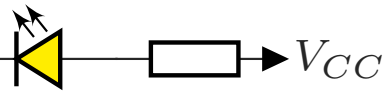
- Data Direction Register (DDR):
  - Lesen/schreiben
  - Jedes Bit legt fest, ob der entsprechende Pin ein Eingang oder Ausgang ist
- Port Register (PORT):
  - Lesen/schreiben
  - Legt für Ausgangspins (siehe DDR) fest, ob der Wert *high* oder *low* ist
  - Legt für Eingangspins fest, ob diese mit einem *pull-up* Widerstand verbunden sind
- Port Input Register (PIN):
  - Nur lesen
  - Enthält den aktuellen Wert eines Pins (Ein- und Ausgang)

Beispiel: LED



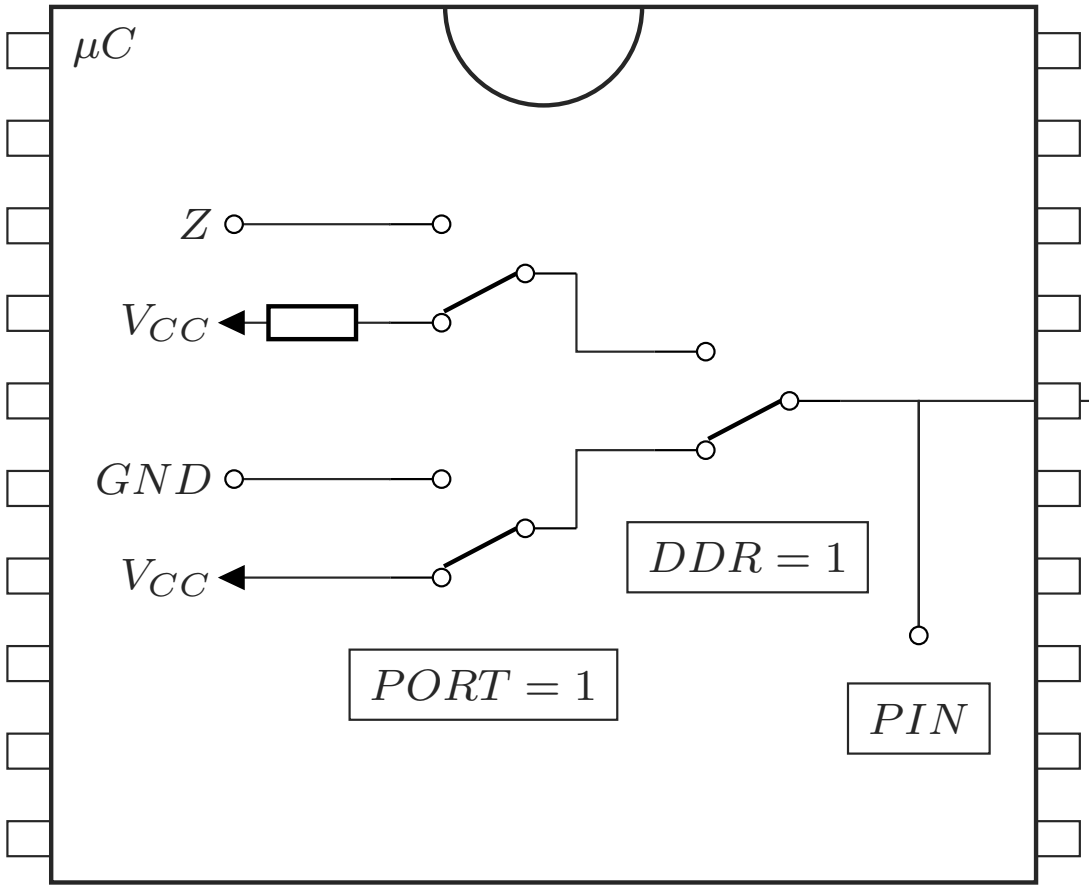
LED is an!

Normalerweise verbunden mit V_{CC}



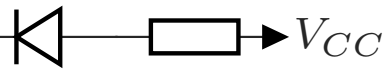
DDR	PORT	Signal an PIN
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Beispiel: LED



LED is aus!

Normalerweise verbunden mit V_{CC}



DDR	PORT	Signal an PIN
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Beispiel: LED

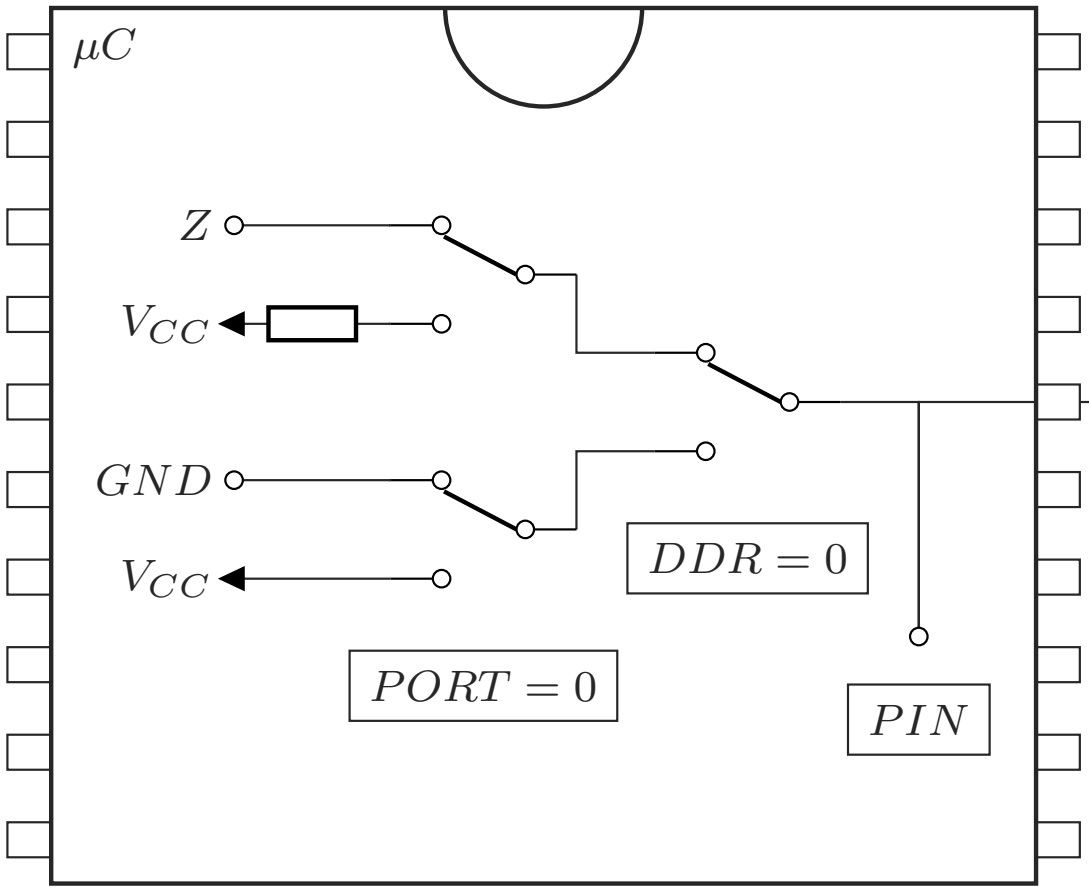
- Beispiel

```
// 1. Pin D1 als Ausgang konfigurieren
// (Bit 1 von DDRD auf 1 setzen)
DDRD |= 0b00000010;

// 2. LED einschalte
// (Bit 1 von PORTD auf 0 setzen)
PORTD &= 0b11111101;

// 3. LED wieder ausschalten
// (Bit 1 von PORTD auf 1 setzen)
PORTD |= 0b00000010;
```

Buttons

- Können verwendet werden, um Eingaben am Controller zu tätigen
- Angeschlossen an die Pins des Mikrocontrollers
  - Müssen als Eingang konfiguriert werden
- Wird der Button gedrückt liegt eine 0 am Mikrocontroller an

Beispiel: Button

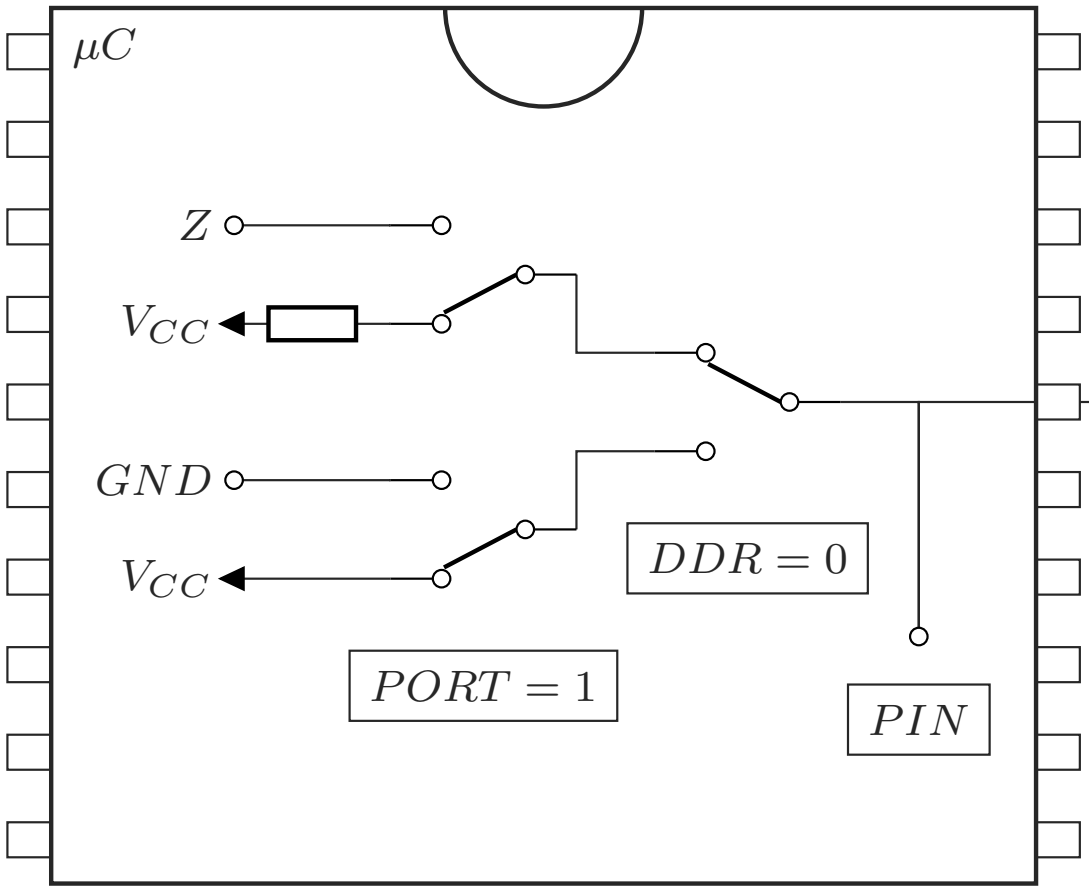


PIN hat kein definiertes Level wenn B offen ist

Normalerweise verbunden mit GND

DDR	PORT	Signal an PIN
0	0	?
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Beispiel: Button

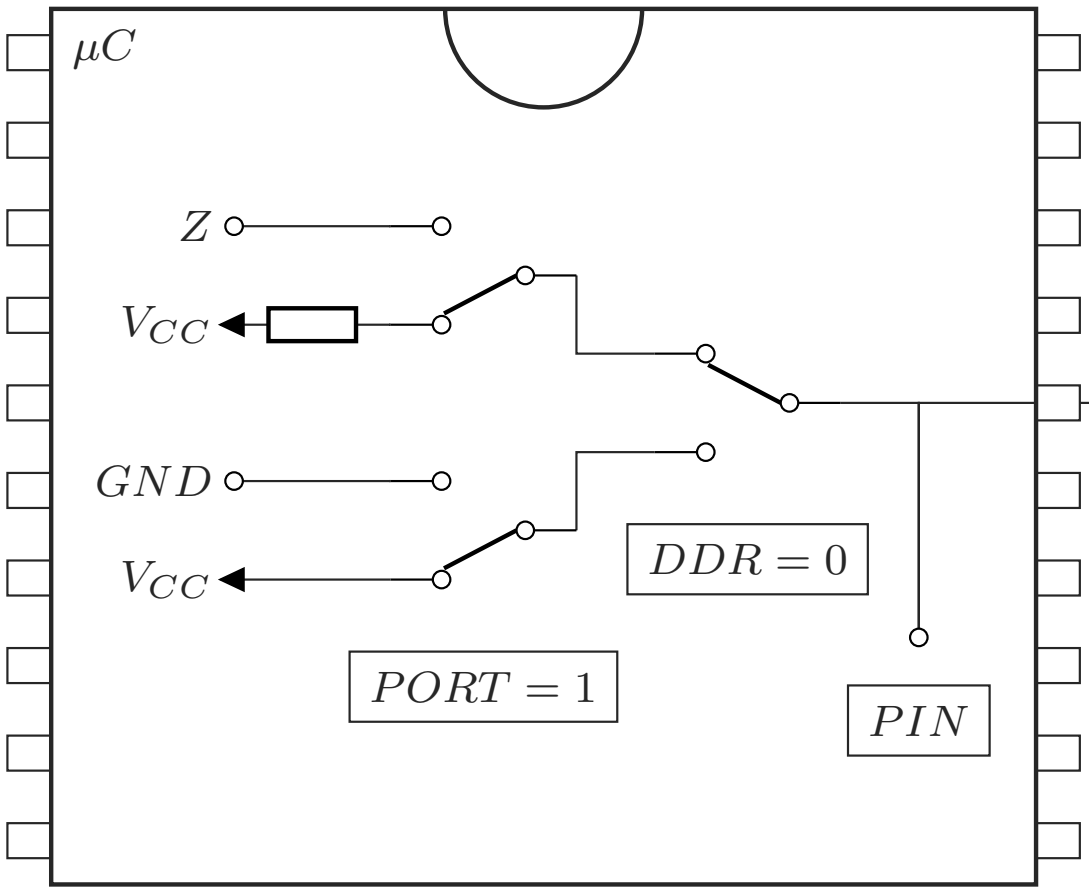


Pull-up Widerstand löst das Problem

Normalerweise verbunden mit GND

DDR	PORT	Signal an PIN
0	0	?
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Beispiel: Button



Die Spannung kann von B auf $0\,V$ gezogen werden

Normalerweise verbunden mit GND

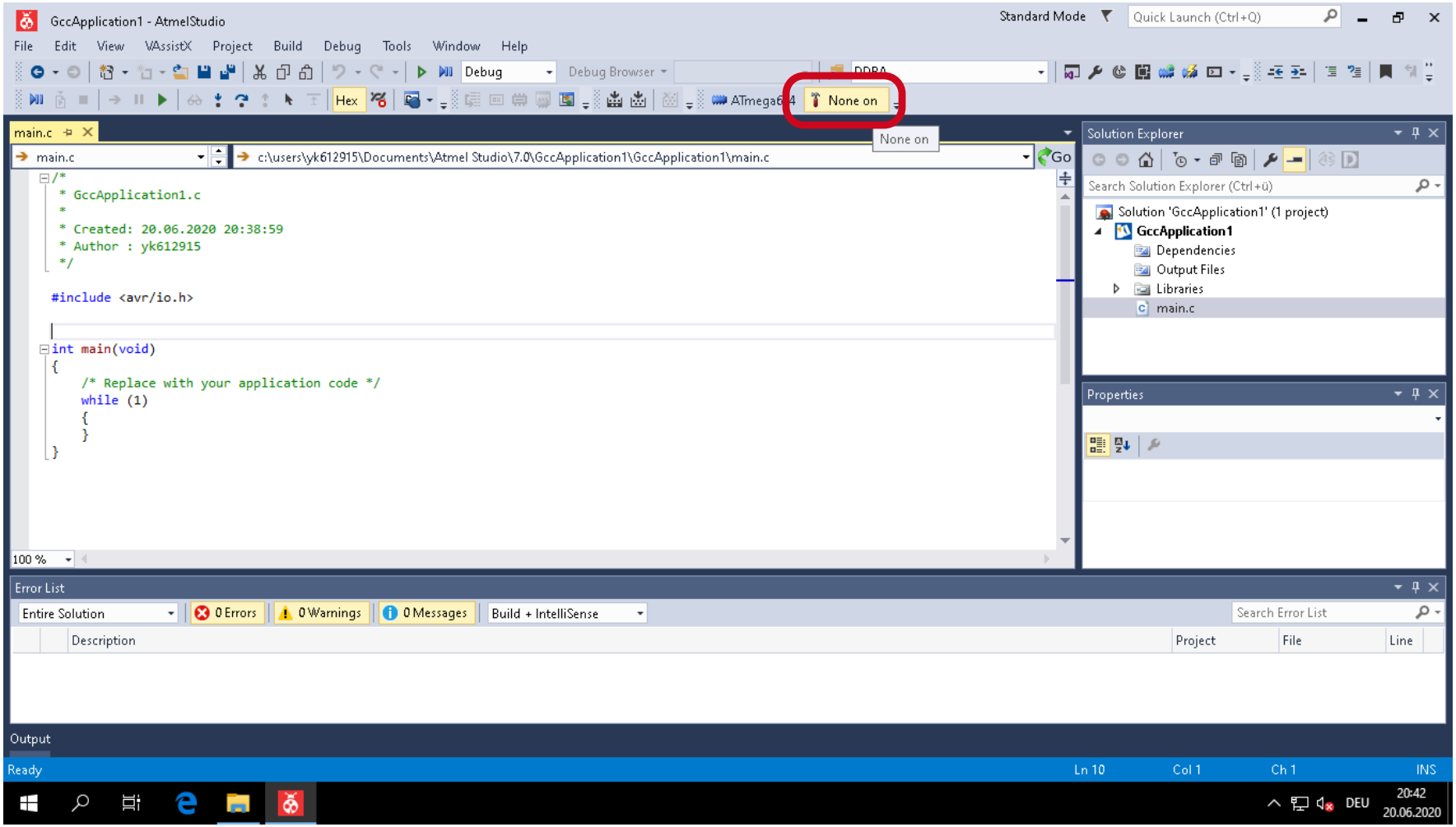
DDR	PORT	Signal an PIN
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	↯

Beispiel: Button

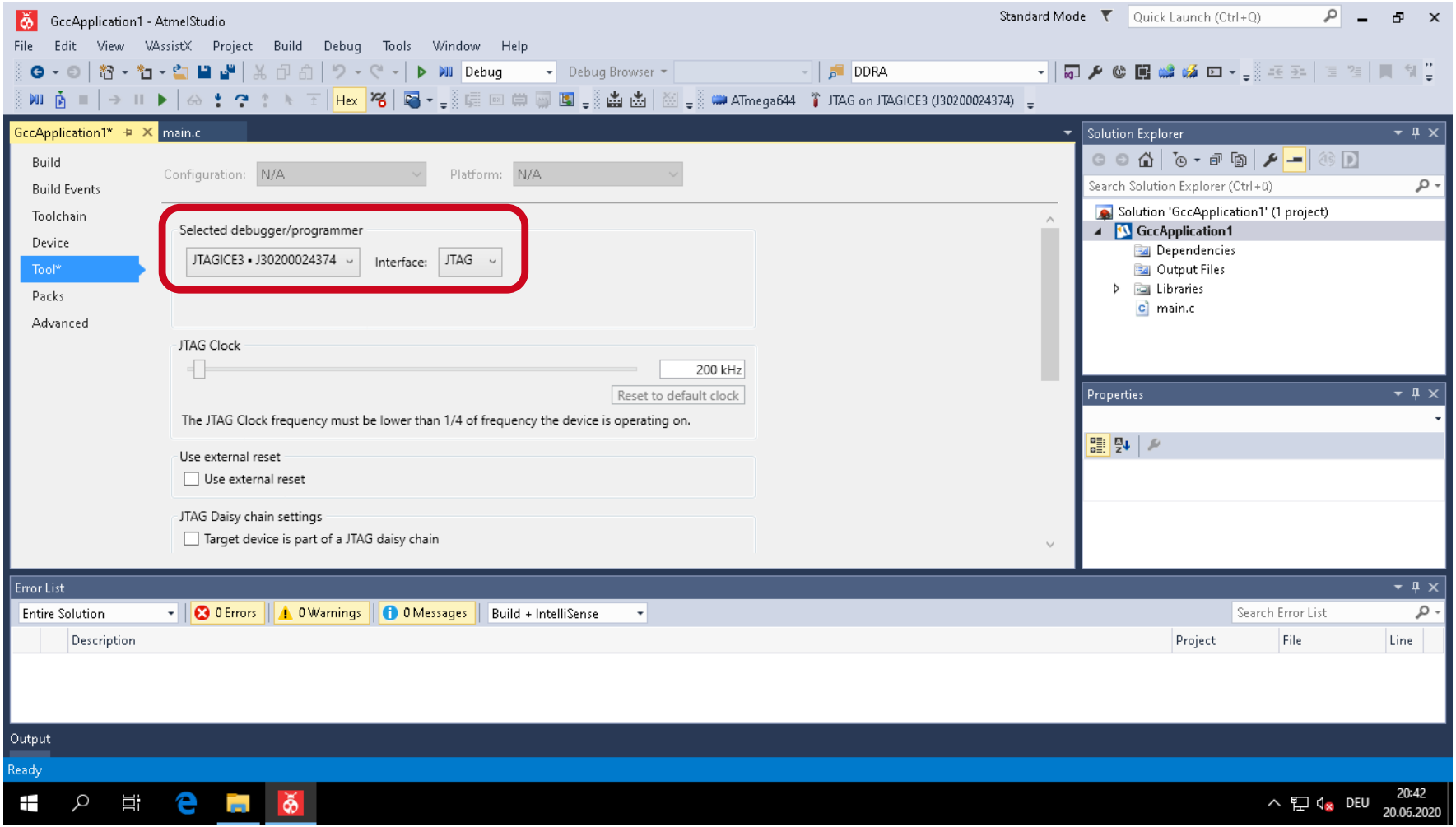
- Beispiel

```
// 1. Pin als Eingang konfigurieren
// (Bit 1 von DDRD auf 0 setzen)
DDRD &= 0b11111101;

// 2. Pullup-Widerstand an Pin D1 aktivieren
// (Bit 1 von PORTD auf 1 setzen)
PORTD |= 0b00000010;

// 3. Pin D1 auslesen
// Bit extrahieren und entsprechend verschieben
uint8_t pinState = (PIND & 0b00000010) >> 1;
```

Projekterstellung



Projekterstellung



Weiterer Ablauf

- Nun seid ihr dran
- PDF mit heutigen Aufgaben im *public*-Ordner
- Bei Fragen einfach melden

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit