

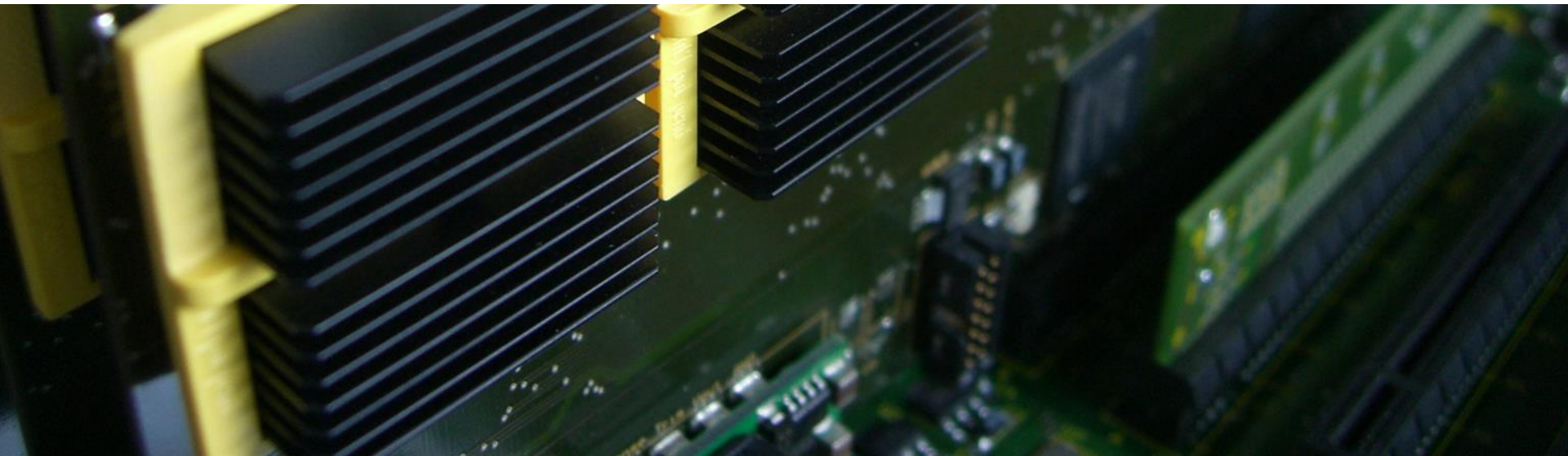
Eingebettete Prozessoren

SS 2013

Übung 12: ADC

Dipl.-Ing. Thomas Pöppelmann
Arbeitsgruppe Sichere Hardware
Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit

11.07.2013



Agenda

1. **Besprechung Übung 11**
2. **ADC**

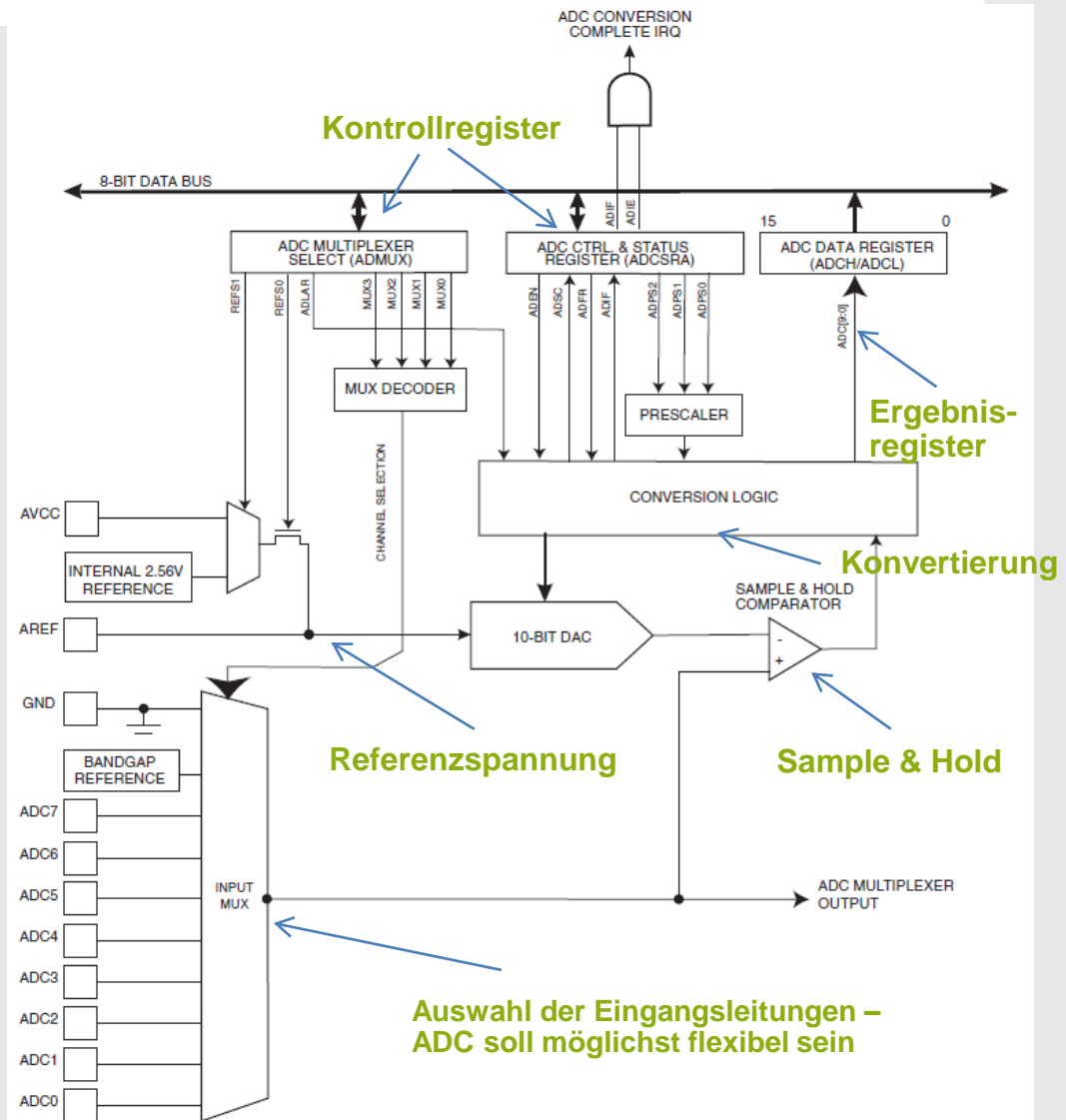
2. Konfiguration des ADC

ADC Wiederholung

- Der ADC quantisiert ein analoges Eingangssignal und gibt den Messwert als digitalen n-Bitvektor zurück.
 - Eingangsspannung wird in digitalen Wert umgewandelt
 - Vergleich der Messspannung mit einer Referenzspannung
- Abtasttheorem muss beachtet werden
 - $f_A \geq 2(f_{\max} - f_{\min})$
 - Unterabtastung ist zu vermeiden (Fehler)
 - Überabtastung ebenfalls (Ressourcenverbrauch)
- Sample & Hold System verhindert Abweichungen durch Signaländerung während der Laufzeit des ADC
- Im AVR ist der ADC eine separate Hardwareeinheit die unabhängig von der CPU agieren kann

Der ADC im ATmega8

- 10-Bit Auflösung (Wertebereich 0 bis 1023)
 - Minimum: GND
 - Maximum: ~AREF (Referenzspannung)
 - $ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}}$
- Interne/Externe Referenzspannung
- Einmaliges Auslösen einer Messung oder wiederholte (frei laufende) Messung
- Signalisierung über Flags und Interrupts
- 6-8 Eingangskanäle (Hardware Multiplexer)
- Rauschen ist normal – besonders in den niederwertigen Bits
 - Abfrage $MESSUNG == x$ schlägt meistens fehl
 - Besser einen Bereich $y < MESSUNG \leq x$ testen
- Messung dauert (successive approximation)
 - Nach Initialisierung: 25 Zyklen (ADC)
 - Normal: 13 Zyklen (ADC)



ADC-Betriebsmodi

Zusammenfassung der Betriebsmodi des ADC:

- *Single conversion*: Eine Messung wird gestartet (*ADSC*)
- *Free running*: Kontinuierliche Messung (*ADFR*)

Interaktion/Signalisierung der CPU:

- Bit-clear: Ein Bit (*ADSC*) wird von der ADC-Hardware gelöscht, sobald eine Messung abgeschlossen ist
- Interrupt: Sobald eine Messung abgeschlossen ist, wird ein Interrupt ausgelöst
- Benutzung:
 - Im *Single conversion* Modus wird meistens über ein Flag signalisiert (*ADIF* is set/*ADSC* cleared)
 - Im *Free running* Modus wird meistens mit Interrupts gearbeitet (*ADIE* bit und I-bit in *SREG* gesetzt)
- Hinweis:
 - *ADIF*: ADC Interrupt Flag vs. *ADIE*: ADC Interrupt Enable

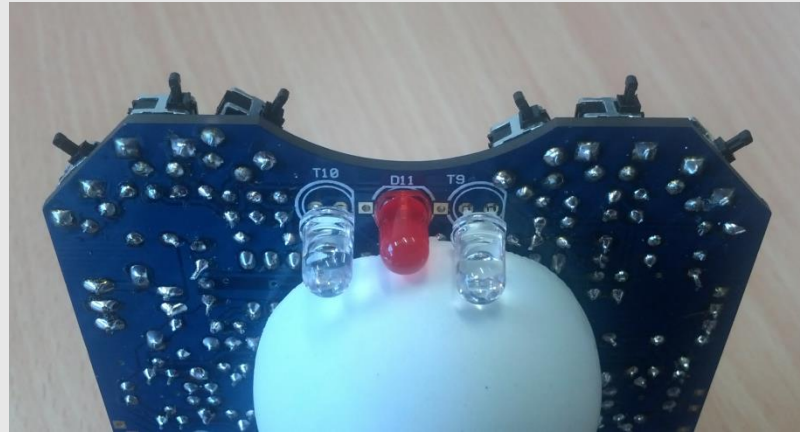
ADC Benutzen

- Auslösen einer Messung (Polling/ohne Interrupts)
 - Konfiguration im Vorfeld
 - ADC aktivieren: *ADEN* in *ADCSRA* setzen
 - Prescaler (ADC) auswählen (z.B. CLK/64): *ADPS2:0* in *ADCSRA* entsprechend setzen
 - Referenzspannung auswählen (z.B. AV_{CC} mit ext. Kapazität): *REFS1:0* in *ADMUX* setzen (Tabelle 74 im Datenblatt)
 - Messen eines Eingangspins
 - Eingangspin auswählen: *MUX3:0* in *ADMUX* setzen (Tabelle 75)
 - ADC starten: *ADCSC* in *ADCSRA* setzen
 - Warten bis Konvertierung beendet ist: *ADCSC* wird wieder auf Null gesetzt
 - Auslesen des Ergebnisses (Reihenfolge beachten): erst *ADCL* und dann *ADCH*
 - Kann den ADC blockieren – keine neuen Messwerte
 - Wenn das Ergebnis linksbündig in *ADCH:ADCL* geschrieben wird muss nur *ADCH* ausgelesen werden

Übung

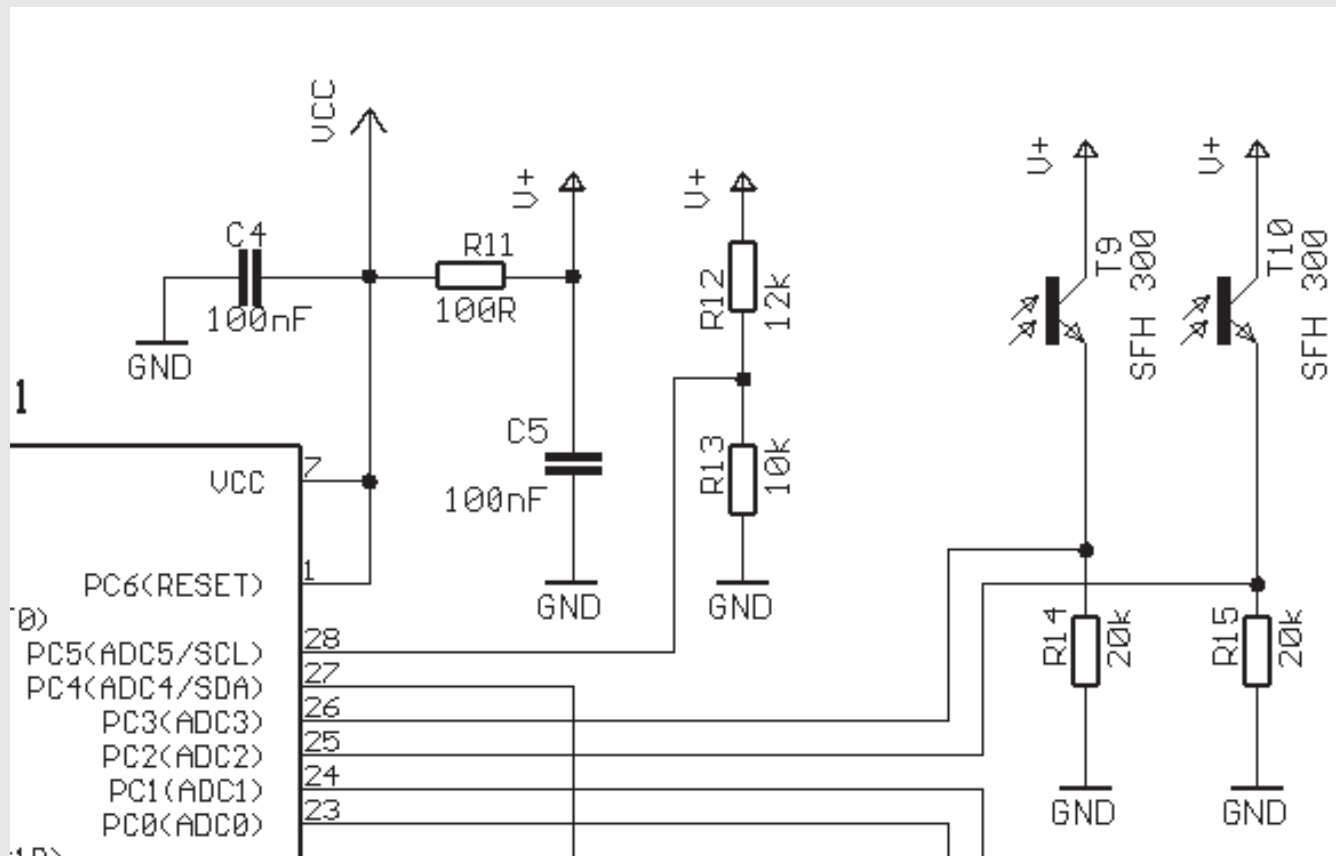
- 2 Gruppenaufgaben (Fototransistor + Kollisionstaster)
 - Zusammen 100%
- 2 Einzelaufgaben (Sonderpunkte)
 - Klausurrelevant
 - Gruppenaufgaben umfangreich, aus diesem Grund gibt es Sonderpunkte

Anwendung: Fototransistoren (Gruppenaufgabe 1)



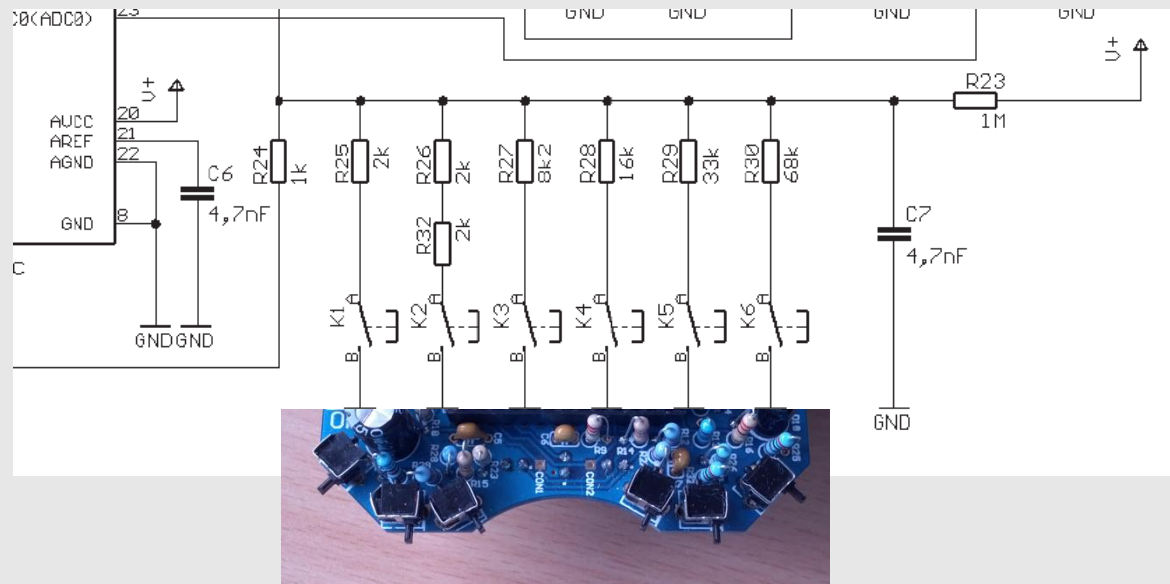
- Leuchtdiode erzeugt Licht welches von der Strecke reflektiert und von den Phototransistoren gemessen wird
- Kann zur Linienverfolgung benutzt werden
- Prinzip: Differenz aus linker und rechter Diode bilden: $\text{Diff} = \text{ADC}(\text{Links}) - \text{ADC}(\text{Rechts})$
 - Differenz unter bestimmten Scheitelwert \Rightarrow Gleich hell
 - Differenz größer als Scheitelwerts \Rightarrow Links heller
 - Differenz kleiner als negativer Scheitelwerts \Rightarrow Rechts heller
- Messungen können ungenau sein. Sehr stark abhängig vom Licht und dem Lichteinfallwinkel.

Anwendung: Fototransistoren (Gruppenaufgabe 1)



- T9 ist an ADC3 angeschlossen
- T10 ist an ADC2 angeschlossen

Anwendung: Kollisionstaster (Gruppenaufgabe 2)



- Bisher konnten wir nur ermitteln, ob ein Taster gedrückt wurde
- Per ADC Messung wird die am Pin anliegende Spannung gemessen
- Spannung ist abhängig vom zum Taster gehörigen Widerstand (Werte in Übung gegeben)
- RC Glied zur Glättung (siehe Übung)

Anwendung: Kollisionstaster

(Gruppenaufgabe 2)

- Falls das Messen der Kollisionstaster nicht funktioniert bitte einmal die angegebenen Werte ausprobieren:

CPI TMPH, 180

BRLO KEY0

CPI TMPH, 210

BRLO KEY1

CPI TMPH, 235

BRLO KEY2

CPI TMPH, 244

BRLO KEY3

CPI TMPH, 250

BRLO KEY4

CPI TMPH, 254

BRLO KEY5

RJMP NOKEY

Weitere Informationen

- Skript
- Datenblatt
- ADC Tutorial:
http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR-Tutorial:_ADC