

# **Programmierung von ATMEL AVR Mikroprozessoren am Beispiel des ATtiny13**

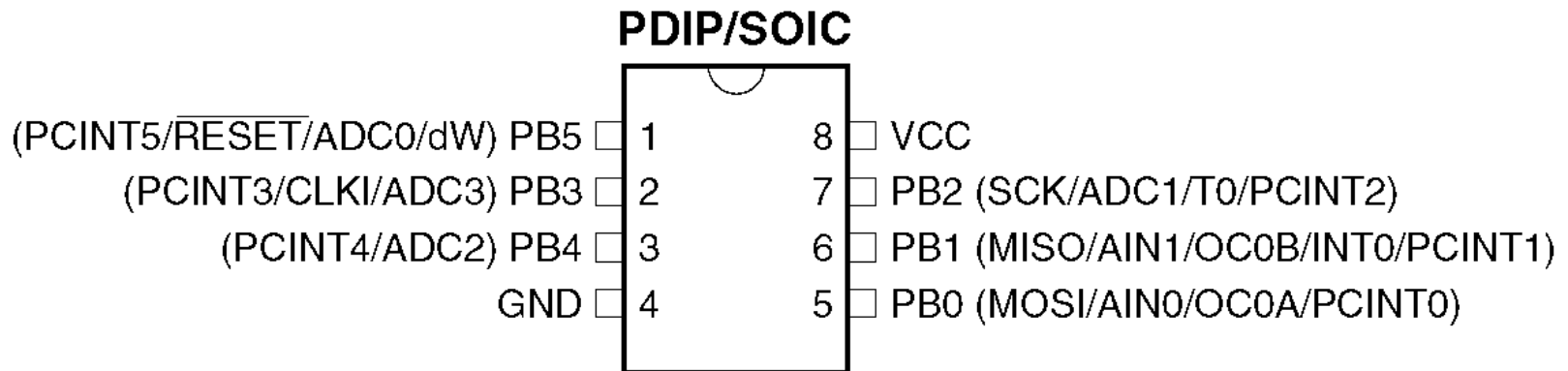
Eine Einführung in Aufbau,  
Funktionsweise, Programmierung  
und Nutzen von Mikroprozessoren

**Teil IV: Wat iss ene ATtiny13?**

# Pin-Out des ATtiny13

- Betriebsspannungsanschlüsse festgelegt (Pins 4 und 8; 1,8 bis 5,5 V Betriebsspannung)
- Je nach Programmierung haben die anderen Pins unterschiedliche Funktionen:

Pinout ATtiny13



# Aufbau des ATtiny13 - Prozessor

- Zentraleinheit:
  - 32 Arbeitsregister zu je 8 Bits, R0..R31
  - 120 Instruktionen (Rechnen, Sprünge, Bitmanipulation, Datentransfer, Kontroll-Funktionen)
- Speicher
  - 512 Worte Programmspeicher (Flash-EEPROM)
  - 64 Byte nichtflüchtiger EEPROM-Speicher
  - 64 Byte flüchtiger Statischer RAM-Speicher

# Aufbau des ATtiny13 – Taktgenerator – 8-Bit-Zähler

- Taktgenerator:
  - Interner Taktgenerator 9,6 MHz, Auto-Kalibrierung werksseitig, programmierbarer Vorteiler durch 1..256 (ergibt 9,6 MHz bis 37,5 kHz Taktfrequenz)
  - Externer (Quarz-)Oszillator zuschaltbar an Pin 2 (PB3)
- Ein 8-Bit-Timer/Zähler:
  - Quelle der Zählimpulse: Timer = vom Taktoszillator über Vorteiler durch 1/8/64/256/1024, Zähler = Taktung durch ansteigende oder abfallende Signale am T0-Pin
  - 2 Vergleichsregister für Pulsweiten-Generatoren (PWM-Modi)
  - Programmierbare Zählweite (1..256) im CTC-Modus
  - Zwei Ausgabe-Pins (OC0A, OC0B) programmierbar für externe Hardware-Signale (für Signalgeneratoren etc.)
  - Drei Unterbrechungskanäle (Interrupt-Vektoren: Überlauf, Vergleich A, Vergleich B) für halbautomatische Abläufe

# Aufbau des ATtiny13 – I/O-Pins, Analogvergleicher

- max. 6 Ein-/Ausgabe-Pins (I/O-Pins):
  - Richtung manipulierbar (Ein- oder Ausgang)
  - bei Eingängen sind Pull-Up-Widerstände zuschaltbar
  - Unterbrechung (Interrupt) bei Eingang INT0 (PB1) programmierbar (Int bei fallender oder steigender Flanke oder bei Nullpegel)
  - Unterbrechung (Interrupt) bei Pegelwechsel bei allen Pins wählbar, mit Maskierung der auslösenden Pins)
- Analog-Vergleicher
  - zuschaltbarer Analogvergleich an den Pins AIN0 und AIN1 (PB0 und PB1)
  - Unterbrechung (Interrupt) bei Wechsel

# Aufbau des ATtiny13 – A/D-Wandler

- Vier-Kanal AD-Wandler:
  - 10 Bit Auflösung (= 1 Promille Genauigkeit)
  - Interne Spannungsreferenz 1,1 V oder Betriebsspannung als Spannungsreferenz
  - Interner Wandlerteiler 2..128 aus Prozessortakt
  - 7 Quellen für automatische Triggerung (dauernd, Analogvergleicher, INT0-Pin, Timer/Counter Überlauf oder Vergleich, Pegelwechsel an I/O-Pin)
  - Interrupt bei Wandlungsende programmierbar

# Aufbau des ATtiny13 – Serielle Programmierung

- Serielles Programmierinterface:
  - Programmierung in der Schaltung möglich (ISP = In-System-Programming),
  - PB0, 1 und 2 sowie Reset und die zwei Betriebsspannungsanschlüsse wechseln beim Programmieren automatisch ihre Funktion und Richtung (einfach 6-Pin oder 10-Pin-Programmier-Stecker anstecken)
  - Wahl zwischen Hochspannungs- und Niederspannungsprogrammierung möglich (im Hochspannungsmodus 12V am Reset-Eingang, besondere Einstellungen zugänglich)

# Beispiel für eine Anwendung: Morsebake

## Features:

- Wählbarer Text, mit allen Sonderzeichen
  - Einstellbare Gebegeschwindigkeit von 5 bis 500 bpm
  - Wählbare Tonhöhe von 300 bis 8000 Hz
  - Absolut exaktes Timing „nach Lehrbuch“
- Auszug aus der Software:

```
; *****
; * Angeschlossener Taster startet Morseausgabe eines Texts      *
; * (C)2005 by info@avr-asm-tutorial.net                        *
; *****
;
.INCLUDE "tn13def.inc"
;
; Schaltbild:
;
;           ATMEL ATtiny13
;
;           1/_____|_____|_____|8
;+5 Volt O--|_____|----|Res   Vcc|----O + 5 Volt
;
;           |PB3   PB2|--|_____|--|<|--O + 5 Volt
;           / 3|           |6     LED
;           0 Volt O--O O--|PB4   PB1|---|_____|--O + 5 Volt
;           4|           | /  \
;           0 Volt O----|Gnd   PB0|   ---
;           |_____|           |   LSP
```



# Zusammenfassung

- Die Innereien eines ATtiny13 hätten vor 15 Jahren eine Z80-Kiste mit mindestens 19 Zoll, drei Höheneinheiten sowie 10 bis 15 Europa-Steckkarten im Format 160\*100 samt 64-poligem Bussystem und lüftergekühltem Netzteil gefüllt.
- Ein Tiny13 ist für schlappe 2 € bei Ebay zu kriegen, wieviel würde die obige Kiste kosten? (Schon das Gehäuse von Isel kostet locker das 50-fache.)
- Mit einem Strombedarf von maximal 10 mA (bei 5 V und 9,6 MHz Takt, ohne Schlafmodus) kann die ganze Maschinerie aus einer Batterie gespeist werden. Für den Saft einer einzigen Intel-4GHz-CPU kann man deutlich mehr als 1000 von diesen Tiny's gleichzeitig betreiben.
- Ein doch recht komplexes Gerät wie eine Morsebake schrumpft vom TTL/CMOS-Grab-Niveau zu einem achtpoligen Etwas, dessen Sockel noch den größten Raum einnimmt. Robert macht's mit SOIC-Fliegenschiss-Gehäuse und Mikroskop noch um den Faktor 20 kleiner und es passt zusammen mit dem Akku in einen Fingerhut.
- Die Intelligenz steckt nur noch im Programm und nicht mehr in der Hardware.