

# Mikrocontroller-Grundlagen

Die Funktionen von Timer 2 des 8032/52 behandelt der zwölfte Teil dieser Artikelserie

## Teil 12

### 4.5 Timer 2

Der 8032/52-Mikrocontroller besitzt neben dem erweiterten RAM- und ROM-Bereich einen zusätzlichen 16-Bit-Timer-Counter, der in den Betriebsarten Auto-Reload, Capture oder als Baudraten-Generator für die serielle Schnittstelle Verwendung finden kann. Die erweiterten Funktionen des 8032/52 werden über das direkt bit- und byteadressierbare Register T2CON gesteuert.

Tabelle 16 zeigt die Bit-Adressen der einzelnen Steuerbits und die Byteadresse für die direkte Adressierung. Das Timer 2 Overflow-Flag TF2 wird gesetzt, wenn ein Überlauf des 16-Bit-Zählers erfolgt. Es kann bei entsprechender Freigabe einen Timer2-Interrupt auslösen, der wiederum für das Löschen des Flags verantwortlich ist. Im Baudraten-Generator-Modus wird TF 2 nicht gesetzt.

Das Timer2-External-Flag EXF2 wird gesetzt, sobald am T2EX-Pin eine negative Flanke anliegt. Voraussetzung hierfür

ist allerdings, daß das Freigabe-Bit EXEN2 auf 1 gesetzt ist. Das EXF2-Flag kann ebenso wie TF 2 einen Interrupt auslösen und ist deshalb in der entsprechenden Interrupt-Service-Routine zu löschen.

Das Steuerbit  $C/\overline{T2}$  (Counter/Timer) nimmt wie bei den Timern 0 und 1 die Auswahl zwischen der Timer- und Zählerfunktion vor. In der Timerfunktion ( $C/\overline{T2} = 0$ ) erhält der nachgeschaltete Zähler direkt den durch 12 bzw. 2 geteilten Oszillatortakt, während in der Zählerfunktion die Steuerung der 16-Bit-Zähler vom T2-Anschluß-Pin des Controllers vorgenommen wird. Die Zählung am Eingang des ersten 8-Bit-Zählers TL2 ist dann freigegeben, wenn das Timer2-Run-Bit TR2 gesetzt ist.

Die Funktionen der weiteren in T2CON enthaltenen Steuerbits sind übersichtlich in Tabelle 17 dargestellt. Unabhängig von dem gewählten Betriebsmode ist zum Aktivieren der Zähler-/Timerfunktion das Bit TR2 zu setzen.

Mit dem  $CP/\overline{RL2}$ -Bit erfolgt die Auswahl zwischen dem Auto-Reload (0) und dem Capture(1)-Mode. Für diese beiden

Betriebsarten müssen sowohl RCLK als auch TCLK auf 0 gesetzt sein. Sobald eines der beiden Bits oder auch beide auf 1 gesetzt sind, arbeitet der Timer 2 unabhängig von dem  $CP/\overline{RL2}$ -Bit im Baudraten-Generator-Mode.

#### 4.5.1 Auto-Reload-Mode

Abbildung 107 zeigt die Funktionsweise des Timers 2 in der Reload-Betriebsart, wo der Inhalt des 16-Bit-Nachladeregisters (RCAP2L und RCAP2H) entweder bei einem Timer-Überlauf oder durch die fallende Flanke am T2EX-Pin (P 1.1) in das 16-Bit-Zählregister (TL2 und TH2) geladen wird. Daraus ergibt sich, daß der Zähler nicht beim Wert 0000H, sondern bei dem im Nachladeregister abgelegten Wert zu zählen beginnt. Mit dieser Betriebsart läßt sich auf einfache Weise ein programmierbarer Teiler durch 1 bis 65.536 realisieren.

Für das Auslösen des Nachladevorganges durch die fallende Flanke an Pin T2EX ist es erforderlich, daß das Steuerbit EXEN2 auf 1 gesetzt wird. Falls der Timer-Interrupt ausgelöst wurde, kann über das Abfragen der Flags TF2 und EXF2 die Ursache des Interrupts ermittelt werden, wobei die Interrupt-Routine die Flags für eine einwandfreie Funktion wieder zurücksetzen muß.

Das in Abbildung 108 dargestellte Testprogramm 38 benutzt den Timer 2 in der Reload-Betriebsart als Teiler durch 3600. Für den Betrieb dieses und der nachfolgenden Testprogramme ist unbedingt ein Mikrocontroller des Typs 8032/52 erforderlich, da der Timer 2 im 8031/51 nicht vorhanden ist.

Das Testprogramm initialisiert zunächst den Timer 2 für die Reload-Betriebsart.

Tabelle 16: Bit- und Byte-Adressen des Timer2-Kontrollregisters

Bedeutung	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	$C/\overline{T2}$	$CP/\overline{RL2}$
Bitadresse	CFH	CEH	CDH	CCH	CBH	CAH	C9H	C8H
Byteadresse	T2CON				0C8H			

Tabelle 17: Modusauswahl für Timer 2

RCLK	TCLK	$CP/\overline{RL2}$	TR2	Modus
x	x	x	0	Zähler 2 aus (Stop)
0	0	0	1	16-Bit-Auto-Reload
0	0	1	1	16-Bit-Capture
x	1	x	1	Baudratengenerator
1	x	x	1	Baudratengenerator

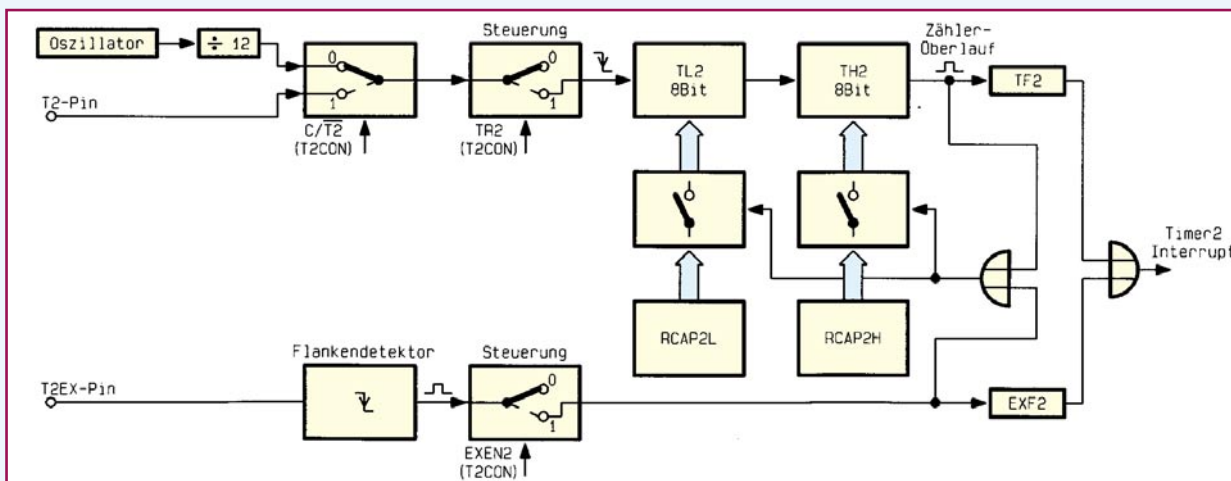


Bild 107: Timer 2 in der Auto-Reload-Betriebsart

```

02DE ; 8032/52 erforderlich
02DE 75C800 L38: MOV T2CON ,#00H ; RCLK = 0, TCLK = 0
; EXEN2 = 0, C_T2 = 0,
; CP_RL2 = 0
02E1 75CAF0 MOV RCAP2L, #0F0H ; 100H -10H 3600D = 0E10H
02E4 75CBF1 MOV RCAP2H, #0F1H ; 100H -0EH
02E7 D2CA SETB TR2 ; Timer 2 starten
02E9 30CFFD L38WDH: JNB TF2 L38WDH ; Warte, bis Timerflag gesetzt
02EC C2CF CLR TF2 ; Timerflag löschen
02EE 04 INC A ; A = A +1
02EF F590 MOV P1, A ; Ausgabe auf P1
02F1 80F6 SJMP L38WDH ; Schleife

```

Reload-Timer oder Zähler (Abbildung 110). Der Überlauf kann als Sende- oder Empfangstakt für die serielle asynchrone Schnittstelle des Mikrocontrollers dienen.

Damit lassen sich die Baudraten für Senden und Empfangen serieller Daten getrennt einstellen. Mit dem Steuerbit TCLK kann der 16fache Baudratentakt vom Timer1-Überlauf (0) oder Timer2-Überlauf (1) gewonnen werden. Parallel dazu läßt sich der Empfangstakt mit Hilfe des Umschaltbits (RCLK) vom Timer1- oder Timer2-Überlauf gewinnen.

Mit dem C/T2-Umschaltbit läßt sich der 16-Bit-Zähler durch den T2-Pin oder durch den Oszillortakt ansteuern. Zu beachten ist hierbei, daß der Zählerinhalt im Timermode nicht durch die Oszillatorfrequenz durch 12 (1 Maschinenzklus), sondern durch den Oszillortakt durch 2 getaktet wird.

Der externe Interrupt über den Pin T2EX veranlaßt bei Freigabe durch das Bit EXEN2 keine Zähler- oder Capture-Beeinflussung, ermöglicht aber weiterhin die Auslösung eines Timer2-Interrupts mit Hilfe des EXF2-Interrupt-Flip-Flops.

Im folgenden Teil dieser Artikelserie wenden wir uns der seriellen Schnittstelle zu. **ELV**

**Bild 108: Testprogramm 38**

Durch das Initialisieren der RCAP2-Register wird das TF2-Register 256mal pro Sekunde gesetzt. Zum Errechnen der RCAP2-Ladewerte ist zunächst der gewünschte Teilungsfaktor (3600) von 65.536 abzuziehen. Das Ergebnis (61.936) ist nun in das hexadezimale Zahlensystem umzurechnen (0F1F0H). Im Register RCAP2L sind die unteren 8 Bit (0F0H) abzulegen, während RCAP2H mit 0F1H beschrieben wird.

T2EX) in die beiden 8-Bit-Auffangregister RCAP2L und RCAP2H kopiert.

In dieser Betriebsart lassen sich beispielsweise sehr genaue Zeit- bzw. Frequenzmessungen, bezogen auf eine vorgegebene Torzeit, vornehmen.

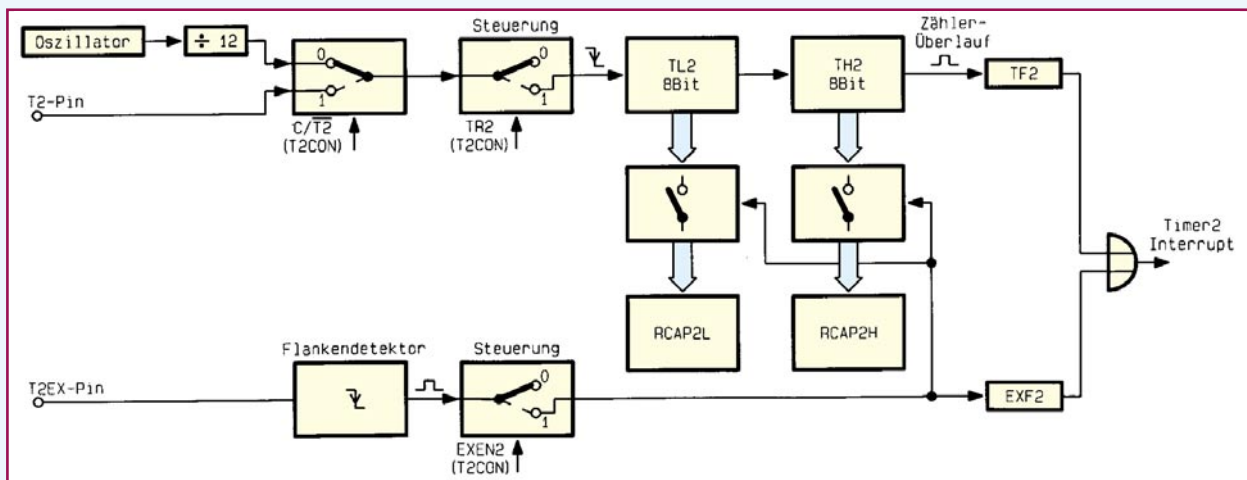
Während der durch das externe Ereignis oder den Überlauf des Zählers aktivierten Interruptroutine läßt sich ohne Unterbrechung der Zählvorgänge die in RCAP2L und RCAP2H gespeicherte 16-Bit-Zahl auslesen und weiter verarbeiten.

**4.5.2 Capture-Mode**

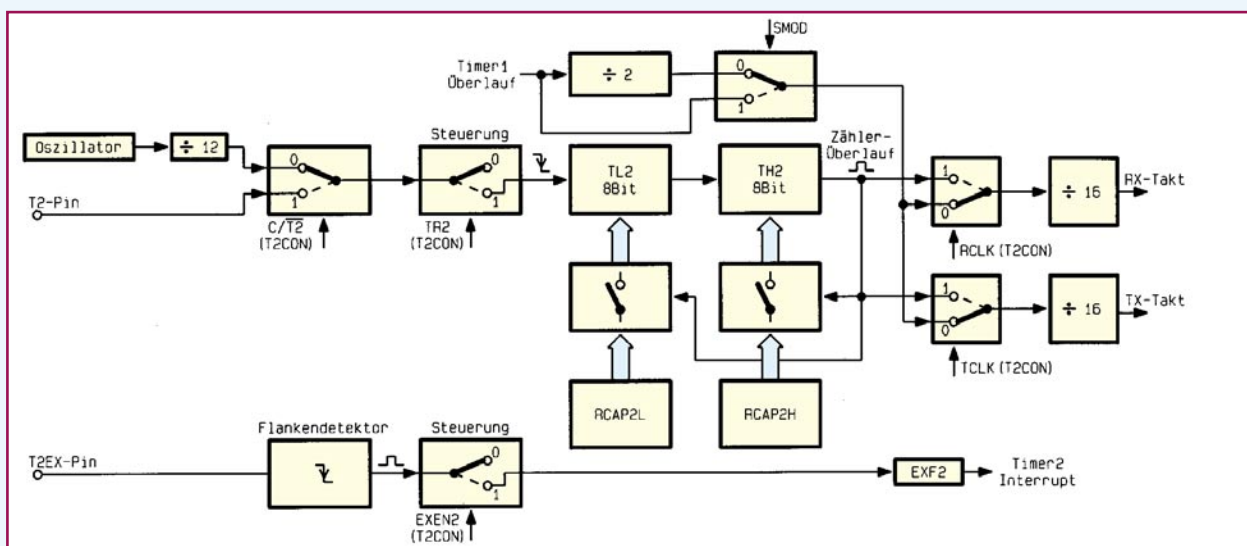
Abbildung 109 zeigt die Funktion des Timers 2 in der Capture-Betriebsart. Im Gegensatz zur Reload-Betriebsart wird der aktuelle Zählerstand beim Auftreten eines externen Ereignisses (negative Flanke an

**4.5.3 Baudraten-Generator**

Die Baudraten-Generator-Betriebsart wird eingestellt, indem die Bits RCLK und/oder TCLK auf 1 gesetzt werden. Der Timer 2 arbeitet dabei als 16-Bit-Auto-



**Bild 109: Timer 2 in der Capture-Betriebsart**



**Bild 110: Timer 2 in der Baudraten-Betriebsart**