

Ist die Baugröße entscheidend?

Wenn für Embedded Computer der Platz beschränkt ist, liegt es nahe, einen Schwingquarz mit einer sehr kleinen Bauform einzusetzen. Allerdings sind viele Application Boards noch mit sehr großen Schwingquarzen freigegeben worden. Deswegen sind in den Anwendungshinweisen dieser Microcontroller die elektrischen Spezifikationen der recht großen Schwingquarze vorgegeben. Es handelt sich dabei oft um Quarze im Metallgehäuse wie HC-49 oder HC-49/SMD. Wenn ein viel kleinerer Quarz eingesetzt wird, können solche Vorgaben nicht mehr eingehalten werden. Das verunsichert jedoch manchen Anwender. In diesem Beitrag wird versucht, die Unterschiede zwischen großen und kleinen Schwingquarzen herauszuarbeiten und praktische Hinweise zu geben, wie die optimale Quarzgröße ermittelt werden kann.



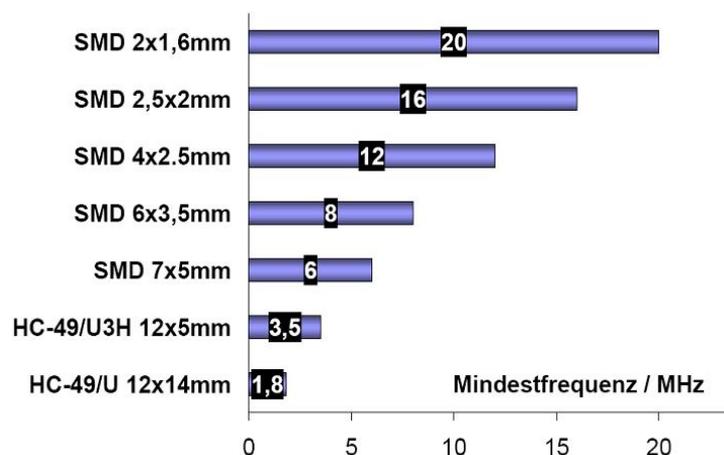
*Bild 1: Ein moderner SMD-Quarz über einem Quarz der älteren Bauform „HC-49“ (3,2 x 2,5 mm bzw. 13 x 10 mm). Das Volumen für die Unterbringung der Quarzscheibe ist sehr viel kleiner. Das hat Folgen für die elektrischen Eigenschaften, die beachtet werden müssen.
(GEYER ELECTRONIC)*

Nachteilig höherer Resonanzwiderstand bei kleineren Bauformen

Bild 1 zeigt einen Quarz der älteren Bauform „HC-49“ neben einem modernen SMD-Quarz im Keramikgehäuse. Die Folgen für das elektrische Verhalten werden durch das vielfach verkleinerte Volumen offensichtlich. Trotz verbesserter Produktionsmethoden sind die niedrigen Resonanzwiderstände des HC-49 nicht zu erreichen. Der Resonanzwiderstand ist umso größer, je kleiner die innere Quarzscheibe ist. Gleichzeitig ist die Belastbarkeit des Quarzes geringer. Beides geht zu Lasten der Anschwingreserve. Deshalb sollte die Oszillator-Schaltung optimal auf den verwendeten Quarz abgestimmt werden. Zur Dimensionierung und zum Test der Anschwing-Sicherheit lesen Sie bitte unsere Unterlage „Schwingquarz oder Quarzoszillator – wie einsetzen?“

Sehr kleine Quarze erst ab 8 MHz

Richtig kleine Quarze sind erst oberhalb von 8 MHz, teilweise erst ab 12 MHz verfügbar. Die Ursache sind die naturgemäßen Störungen an den Rändern jeder Quarzscheibe sowie unerwünschte Schwingungsmoden. Ohne geeignete Unterdrückung dieser Störungen kommt es zu Nebenresonanzen. Bei niedrigen Frequenzen ist das Verhältnis Dicke zu Durchmesser der Quarzscheibe größer und die Unterdrückung der Randeffekte wird schwieriger.



*Bild 2: Verfügbare Frequenzen für verschiedene Baugrößen.
(GEYER ELECTRONIC)*

Enge Toleranzen z.B. für Bluetooth

Bei den üblichen Taktgeberanwendungen werden keine besonderen Anforderungen an die Schwingquarze gestellt. Anders sieht es aus, wenn wie bei Bluetooth Sender und Empfänger aufeinander abgestimmt sein müssen. Bluetooth erfordert für eine Schaltung mit Quarzen eine besonders enge Toleranz (± 20 ppm). Die technische Grenze bei Schwingquarzen liegt gerade bei dieser Vorgabe (das heißt ± 10 ppm bei 25°C zuzüglich ± 10 ppm im Temperaturbereich). Je kleiner die Quarze sind, umso eingeschränkter sind die geforderten Toleranzen verfügbar, wie Tabelle 1 zeigt.

Tabelle 1: Temperaturbereich verschiedener Quarze, die für Bluetooth eingesetzt werden können (d.h. ± 10 ppm bei 25°C und ± 10 ppm im Temperaturbereich). Die Frequenz ist 13 MHz. (GEYER ELECTRONIC)

SMD-Gehäuse	7 x 5 mm	6 x 3,5 mm	4 x 2,5 mm
Temperaturbereich/ $^{\circ}\text{C}$	-40 ...+85	-25 ...+85	0 ...+50

Mehr Ziehfähigkeit bei größeren Quarzen

In aller Regel wird die Frequenz bei spannungsgesteuerten Oszillatoren (VCXO) durch eine variable Serienkapazität verändert. Man spricht auch davon, dass die Frequenz "gezogen" wird. Der geeignete Parameter hierbei ist die Ziehempfindlichkeit. Diese ist

1. proportional zur dynamischen Kapazität C_1 . Je größer das Gehäuse, desto größer kann die Quarzscheibe und das mögliche C_1 werden.
2. umgekehrt proportional zum Quadrat von $(C_0 + C_L)$. Kleineres C_L ergibt also eine höhere Ziehempfindlichkeit. Eine zu kleine nominelle Lastkapazität erschwert allerdings den Abgleich auf die geforderte Nennfrequenz bzw. reduziert die Frequenzstabilität beim Anwender.

In Tabelle 2 sind für gebräuchliche Schwingquarze typische Ziehempfindlichkeiten zusammengestellt. Wie zu sehen ist, nimmt die realisierbare Ziehempfindlichkeit bei größeren Gehäusen zu. Den beiden letzten Spalten kann man zudem die verbesserte Ziehempfindlichkeit bei kleinerer Lastkapazität entnehmen.

Darüber hinaus wird generell deutlich, dass die Ziehempfindlichkeit mit der Frequenz zunimmt - bei höheren Frequenzen ist ein größeres C_1 realisierbar.

Tabelle 2: Ziehempfindlichkeit verschieden großer Schwingquarze. Die Lastkapazitäten entsprechen typischen Werten in dieser Bauform. (GEYER ELECTRONIC)

Frequenz	Ziehempfindlichkeit in ppm/pF			
	HC-49U	7 x 5 mm	5 x 3.2 mm	5 x 3.2 mm
SMD-Gehäuse	HC-49U	7 x 5 mm	5 x 3.2 mm	5 x 3.2 mm
Lastkapazität	16 pF	16 pF	16 pF	12 pF
8 MHz	11	9	5	8
16 MHz	16	13	8	12