



## Problemfall Quarz

Wegen seiner technischen Komplexität gilt der Quarz gern als Problemkind und zählt daher nicht gerade zu den beliebtesten Bauelementen auf einer Stückliste. Die WDI AG hat sich auf das Marktsegment „Frequency Control Products“ spezialisiert und bietet neben einer breiten Herstellerauswahl auch umfassenden FAE-Support, um den Entwickler bei der Wahl des richtigen Frequenzgebers zu unterstützen.

TEXT: Gerd Reinhold, WDI  [www.eue24.net/PDF/EE411007](http://www.eue24.net/PDF/EE411007)

*Die Lastkapazität eines Quarzes ist eine untergeordnete Angabe neben Bauform und Frequenz und bedarf keiner exakten Spezifikation.*

**Falsch.** Die Lastkapazität des Quarzes muss unbedingt zur Auslegung des Oszillatorschaltkreises passen. Bei jeder Abweichung vom Soll, schwingt der Quarz nicht mehr auf der Nennfrequenz. Daraus können sich schnell Frequenzabweichungen von deutlich >100 ppm ergeben. Im schlimmsten Fall kann es durch Aufsummierung in der Toleranzkette dazu kommen, dass sich im Betrieb über Temperatur (z. B. über -40~85 °C) Quarz und MCU nicht mehr „verstehen“ und dies zum Ausfall der Schaltung führt.

Die Berechnungsformel für die richtige Lastkapazität lautet wie folgt :

$$CL_{\text{ist}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} + C_{\text{Chip}} + C_{\text{Streu}}$$

Beispiel:  $CL_{\text{ist}} = \frac{15 \text{ pF} \cdot 15 \text{ pF}}{30 \text{ pF}} + 5 \text{ pF} + 1 \text{ pF} = 13.5 \text{ pF}$

$C_{\text{chip}}$  = parasitäre Kapazität, kann man mit 5 pF annehmen  
 $C_{\text{streu}}$  = pauschale Annahme 1 pF

*Wir haben einen Quarz im Einsatz, welcher mit einer Frequenzstabilität von ±50 ppm über einen Arbeitstemperaturbereich von -40~85 °C spezifiziert ist. Hört der Quarz auf zu schwingen wenn dieser z. B. bei 90 °C betrieben wird?*



**Falsch.** Der Quarz wird weiter schwingen bei 90 °C – es ist jedoch anzunehmen, dass die definierte Frequenzstabilität nicht mehr eingehalten wird. Die Frequenzstabilität (in ppm) eines Quarzes ist grundsätzlich mit dem so genannten Arbeitstemperaturbereich (z. B. -40~85 °C) „verheiratet“. Die oftmals gängige Spezifikation  $\pm 30$  ppm über -40~85 °C besagt, dass der Quarz über den definierten Temperaturbereich niemals eine größere Abweichung als  $\pm 30$  ppm haben wird. Bei 90 °C ist daher davon auszugehen, dass die  $\pm 30$  ppm nicht mehr eingehalten werden und sich beispielsweise bei  $\pm 40$  ppm bewegen könnte. Daher sind Aussagen zur Abweichung eines Quarzes ohne den dazugehörigen Arbeitstemperaturbereich zu nennen, ohne Aussagekraft.

*Quarze sind kritische Bauteile und verursachen oft Probleme in der Schaltung.*



**Richtig.** Nur ein vollständig und korrekt spezifizierter Quarz kann ein guter Quarz in der Schaltung sein. Grundsätzlich bedarf es wenigstens sechs Angaben zur exakten Spezifizierung.


- Bauform (SMD oder bedrahtet)
- Ausgangsfrequenz (in kHz oder MHz)
- Frequenztoleranz bei 25 °C (in ppm)
- Frequenzstabilität (in ppm) über den Arbeitstemperaturbereich (in °C)
- Lastkapazität (in pF)
- max. ESR-Wert (in Ohm)

Überdies sind auch noch weitere Angaben notwendig, wie z. B. bei Bedarf einer bestimmten „Ziehfähigkeit“ (Pulling) oder bei Definition einer gewünschten max. Alterung (Aging).

*Bei einem Re-Design soll ein bedrahteter Quarz durch eine kleine, moderne SMD-Bauform ersetzt werden. Muss die restliche Schaltung angepasst werden?*




Gerd Reinhold, Produktmarketing  
FCP bei der WDI AG.

 **Richtig.** Dies wird beispielsweise durch den höheren ESR-Wert des Quarzes im kleineren Gehäuse erforderlich. Je kleiner die Bauform und je niedriger die Frequenz, desto größer ist der ESR-Wert eines Quarzes. Dieser Wert beeinflusst immanant das so genannte Anschwingverhalten eines Quarzes in der Schaltung.

Beispiel:

Ein Quarz in einem bedrahteten Gehäuse der sehr gängigen Bauform HC49/S mit 16.000 MHz hat einen max. ESR-Wert von 40 R. Die bei Neuentwicklungen bevorzugte SMD-Bauform 3,2 x 2,5 mm hat einen ESR-Wert von max. 80 Ohm. Aus diesem Grunde ist verständlicherweise die Schaltung anzupassen. Oft werden kleine SMD-Keramikbauformen auch mit einer tendenziell kleineren Lastkapazität spezifiziert (typisch 12 pF). Daher können die Werte der verwendeten Parallel-Kondensatoren niedriger gewählt werden, was sich positiv auf das Anschwingverhalten auswirkt.

*Die Auswahl der Bauform beeinflusst Preis und Verfügbarkeit.*


 **Richtig.** Grundsätzlich sollte man sich auf in der Industrie gängige Bauformen festlegen. Bei SMD-Keramikbauformen hat sich nunmehr das 4-Pad-Design gegenüber der auch noch erhältlichen 2-Pad-Variante durchgesetzt. Die gängigsten SMD-Bauformen sind heute:

- 7 x 5 mm
- 5 x 3,2 mm
- 3,2 x 2,5 mm
- 2,5 x 2 mm
- 2 x 1,6 mm


Die Entwicklung zu noch kleineren Bauformen geht weiter. Allerdings ist zu beachten, das nicht alle Frequenzen in jeder

Baugröße erhältlich sind. Je kleiner die Bauform, desto eingeschränkter ist der verfügbare Frequenzbereich. Beispielsweise ist die Bauform 3,2 x 2,5 mm erst erhältlich ab 12.000 MHz, das Gehäuse mit 2 x 1,6 mm erst ab 24.000 MHz lieferbar.

*Umso kleiner die Bauform, desto höher der Preis.*

 **Falsch.** Der Trend zu immer kleineren Bauformen wird überwiegend durch die großen Marktsegmente Telekommunikation, Wireless-Applikationen und Automotive vorangetrieben. Durch die großen Abnahmemengen in diesen Marktsegmenten haben die Hersteller ihre Produktionskapazitäten auf diese Bedarfe eingestellt und können somit äußerst preisgünstig anbieten. Die SMD-Bauform 3,2 x 2,5 mm ist daher in vielen Fällen günstiger als die ältere Bauform 7 x 5 mm. Diese Trends sollten auch immer bei anstehenden neuen Designs aber auch Re-Designs bedacht werden.

*In der Distribution sind meist nur ältere Bauformen und wenige Produktvarianten zu finden.*

 **Falsch.** Zunächst ist zu unterscheiden, ob es sich um Broadline-Distribution mit >100 Herstellern für aktive & passive Bauelemente handelt oder die so genannte Fachdistribution, die sich auf bestimmte Produkttechnologien spezialisiert hat.

Die Spezialisten für FCP Produkte (Frequency Control Products) können selbstverständlich neben den gängigen Standards auch kundenspezifische Lösungen anbieten. Dies setzt allerdings eine technische Kompetenz voraus, um mit den Entwicklern des Kunden über die Anforderung des Quarzes die durch die Applikation gegeben sind, zu sprechen. Daraus ergibt sich dann ein entsprechendes Anforderungsprofil für das Bauteil. □

> [MORE@CLICK.EE411007](mailto:MORE@CLICK.EE411007)