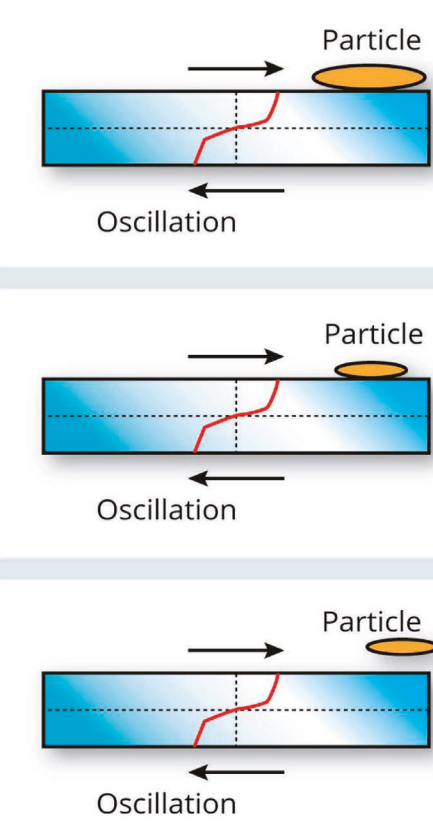


## Best-in-Class-Quarze

# Die Bedeutung der Qualität von Quarzen

Was bedeutet hohe Qualität und warum braucht man sie? Die Antworten finden Sie hier.

**Particles on crystal blank**



Particle

Oscillation

Particles will interrupt crystal oscillation. If it is big, it stops whole oscillation.

Particle

Oscillation

If particle is small, the crystal will still oscillate. But the crystal frequency will be lower instead.

Particle

Oscillation

If such small particle is taken off in some shock, the crystal frequency gets higher suddenly. What if the frequency has been adjusted with particle on?

Nehmen Sie als erstes einen Hersteller der von Ihnen momentan verwendeten Komponenten genau unter die Lupe. Überprüfen Sie dessen Web-Seite und versuchen Sie herauszufinden, wo sich die Produktionsstätten befinden oder ob Produktionsprozesse erläutert werden. Sind Sie dazu imstande, die tatsächliche Fabrik zu lokalisieren, dann hatten Sie bereits einen „echten“ Hersteller gewählt. Wenn dieser auch über Qualitäts-Management-System-Zertifizierungen wie etwa ISO9001 oder IATF16949 verfügt, umso besser. Ein nach strengen Kriterien produzierender Hersteller bietet immer einen Mehrwert durch sein Design oder seine Technologie. Innovationsstärke, gekoppelt mit jahrelanger Erfahrung, zeichnet einen qualitativ hochwertigen Produzenten aus.

Bei elektronischen Anwendungen gilt oft das Prinzip: „Es funktioniert, super“. Wir neigen zur Annahme, dass alle elektronischen Anwendungen so laufen, wie wir uns das vorstellen. Dem ist aber oft nicht so. Im Zusammenspiel von komplexen elektronischen Komponenten ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass sie nicht so funktionieren werden, wie wir uns das vorstellen. Was, wenn der IC anders arbeitet als erwartet? Was, wenn die Kondensatoren die Schaltung falsch beeinflussen? In diesem Markt ist Qualität auch zum Mehrwert geworden.

Bei Quarzen sieht es nicht anders aus. Wollen Sie, dass Ihr Produkt von einem Quarz abhängt, der womöglich unerwartet aufhört, zu schwingen? Die nächste Frage lautet also: Was meinen Sie mit guter Qualität bei Quarzen?

### Ausfälle und Defekte

Beim Quarz selbst handelt es sich nicht um eine kritische Komponente. Stattdessen kann

Denn wir erklären Ihnen, nach welchen Kriterien Sie den für Ihre Anforderungen geeignetsten Hersteller auswählen können. Welche Quarzfehler und -ausfälle kommen vor? Hier gehen wir auf die korrekte Konstruktion des Schwingkreises ein und erläutern, welche Probleme Partikel bereiten können. Und leider ist es nicht möglich, Quarzausfälle komplett zu eliminieren. Daher liegt es auf der Hand, durch Qualitätskontrolle und richtige Prozesse möglichst gut vorzubeugen.

### Taktgeberpräzision wird immer wichtiger

Wir erleben gerade eine Informationsrevolution. Kommunikation gewinnt ständig an Bedeutung, und der Datenverkehr wächst unaufhaltsam. Für große Datentransfers sind Taktgeberpräzision und -robustheit essentielle Voraussetzungen. Die Nachfrage nach Quarzprodukten steigt, und Kunden verlangen immer fortschrittlichere Quarz-Technologien. Obwohl es sich um einen einfachen Taktgeber handelt und es in den letzten 20 Jahren bereits große Veränderungen gab, ist noch immer viel Raum für weitere Entwicklungen vorhanden.

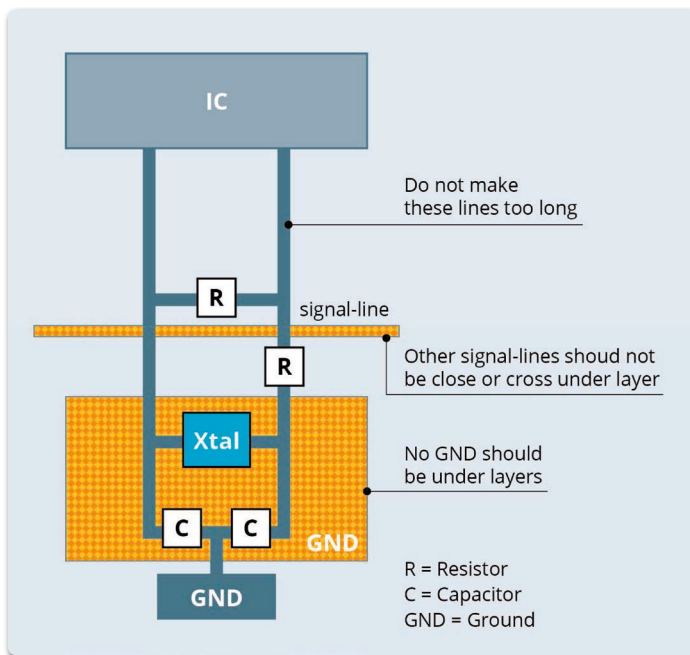
Um den Design-Anforderungen von Kunden in höchstem

Maße gerecht zu werden, bietet CODICO seine Best-in-Class-Quarze an. Quarze aus diesem Portfolio bieten hervorragende Stabilität und können in verschiedenen Märkten und Anwendungen – wie Automotive, Industriesteuerungen, Energiemessung, Telekommunikation und Medizintechnik – zum Einsatz kommen.

### Warum man ein qualitativ hochwertiges Produkt braucht

Qualität, das klingt ja ganz einfach. Wenn man jedoch genau überlegt, was mangelnde bzw. hohe Qualität mit sich bringt, dann erkennt man schnell, dass die Identifizierung aller Schlüsselfaktoren ein komplexes Thema ist.

Autor:  
Yasunobu Ikuno  
CODICO  
www.codico.com



## Kritische Punkte bei einer Oszillatorschaltung

der Ausfall des Quarzes aber den Ruf Ihres Produkts schädigen. Wenn ein Kondensator wegen zu hoher angelegter Spannung explodiert, werden Sie es schnell und einfach erkennen. Verglichen damit, ist der Ausfall eines Quarzes kurzfristig oft schwer zu finden. Ihr Produkt hat den Dienst quittiert. Und dann beginnen Sie, jeden Teil der Schaltung zu untersuchen. Nach mehreren Prüfungen werden Sie sich denken: Möglicherweise liegt es am Quarz. Sie wissen aber noch lange nicht, ob dies öfter oder nie wieder vorkommen könnte und müssen daher auf die Analyse des Quarzes durch den Lieferanten warten. Während dieser Zeit werden vielleicht neuerliche Ausfälle im Feld passieren und Ihr Produkt wird weiter an Wert verlieren.

Herausfordernd ist, dass dieses Produkt sehr empfindlich ist und sich parasitär verhält, das heißt, es muss in einem Schwingkreis integriert werden. Je nach Schwingkreisstruktur kann ein Ausfall sogar dann vorkommen, wenn der Quarz genau entsprechend der Spezifikationen hergestellt wurde.

Ein Schwingkreis muss sorgfältig konstruiert sein. Der erste Schritt zur Verhinderung eines Ausfalls besteht also im Design

der Schaltung. Der Quarz muss stets möglichst nahe am IC liegen. Man sollte ebenfalls nie Masse (GND) und Signalleitung nahe am Schwingkreis positionieren. Die Schaltung sollte auch von unnötiger Kapazität oder äußeren Induktivitäten ferngehalten werden.

Als Nächstes sind die Anschwingreserve und die tatsächliche Frequenz zu prüfen. Oft verwenden die Ingenieure lediglich das im Chipsatz-Datenblatt angeführte Referenz-Design ohne detaillierte Kontrollen. Das ist aber nicht die richtige Vorgangsweise. Beim Referenz-Design kann es sich um eine Anfangsseite handeln. Da Ihr Design verschiedene Einsatzbereiche abdeckt und unterschiedlichen Einflüssen unterliegen kann,

wird auch das Quarzverhalten unterschiedlich sein. Selbst bei einem einfachen Schwingkreis ist es daher immer besser, Oszillationsspielraum und tatsächliche Frequenz zu kontrollieren.

Am einfachsten ist es, wenn Sie Ihren Lieferanten um eine Prüfung bitten. Quarzhersteller sollten Experten für Schwingkreise sein, man sollte sich auf sie verlassen können. Selbst wenn Sie die Messungen selbst vornehmen, werden Sie ihnen wertvolle Rückmeldungen geben. Am schnellsten steht das Design, wenn Sie zuerst alles überprüfen, um Fehler bereits im Vorfeld zu vermeiden.

Nachdem Sie überprüft und festgestellt haben, dass Ihr Schwingkreis nicht das Problem ist, können Sie einen Ausfall des Quarzes selbst in Betracht ziehen.

Das häufigste Problem bei einem Quarz ist das „Nichtschwingen“, was sich einfach feststellen lässt, da Ihr Produkt dann nicht mehr funktioniert. Es kann auch vorkommen, dass die Schaltung manchmal arbeitet und manchmal stoppt. In diesem Fall kann sie aus dem Takt gekommen sein oder eine abnorme Schwingneigung aufweisen. Es ist schwierig, bestimmte Gründe für diese Ausfälle zu finden.

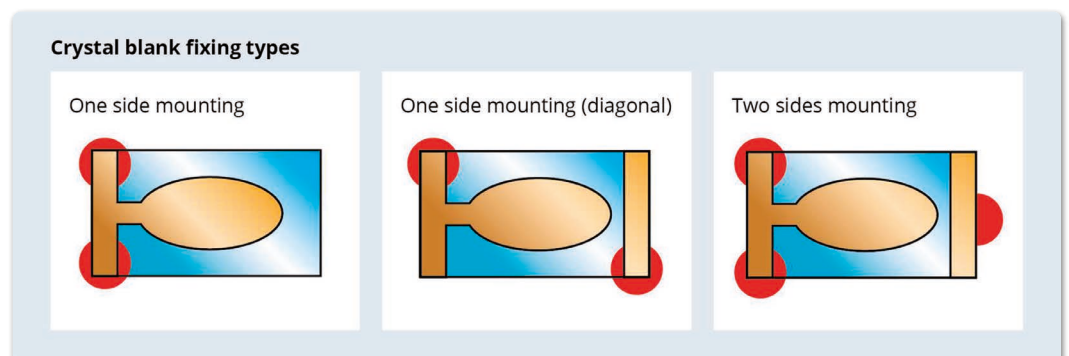
Die häufigste Ursache dafür sind Partikel. Die Herstellung von Quarzen ist ein ständiger Kampf gegen Verschmutzung. Selbst ein Partikel in einer Größe von 10...20 µm kann einen 3,2 x 2,5 mm großen Quarzbaustein negativ beeinträchtigen.

Obwohl die Herstellung von Quarzen im Reinraum erfolgt, können diese Partikel trotzdem vorkommen. Etwa durch mangelnder Anlagenwartung, wenn Vorrichtungen nicht korrekt gereinigt werden oder bei Verschmutzung durch Reste von Haaren, Haut und Kleidung des Bedienpersonals. Diese Partikel können praktisch überall und jederzeit auftreten.

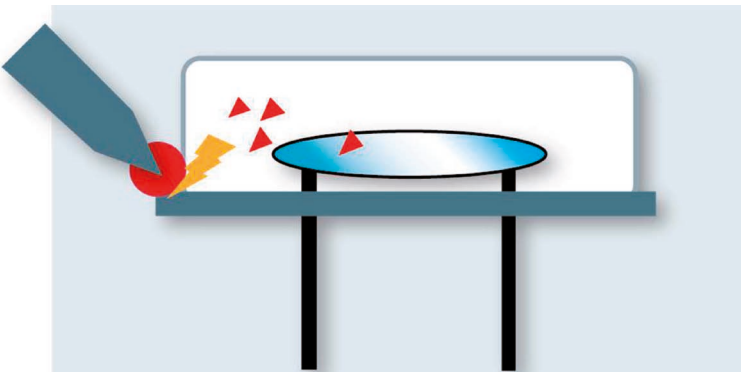
Sie können auch nie sicher sein, wie diese Partikel am Quarz haften. Sollten diese nur ganz leicht am Blank kleben, sind sie möglicherweise einfach zu entfernen. Aber was, wenn sie sich im Zuge des Produktionsprozesses fest angeheftet haben und sich erst lösen, nachdem die Produkte versendet oder verbaut wurden? Bei Quarzen handelt es sich um kleine und empfindliche Produkte, und gerade aus diesem Grund ist die Kontrolle des Produktionsprozesses so wichtig geworden.

Befestigungsfehler sind eine weitere Problemquelle. Sie hängen davon ab, ob das Quarzblank robust genug ist oder ordnungsgemäß angebracht wurde. Bei einem sehr dünnen Quarzblank für hohe Frequenzen (wie 60 MHz) kann selbst die geringste Positionsveränderung einer 0,01-mm-Saugdüse einen Riss verursachen.

Die Fixierung ist ebenfalls wichtig. Gegenüber Standardverklebungen gibt es robustere Fixierungsmethoden, die starken Vibrationen und Schocks standhalten können. Die zur Fixierung eingesetzten Kleber haben ein Verfallsdatum und



Befestigungsmöglichkeiten von Quarzblanks



From outside welding, spark inside causes particles.

## Punktschweißen kann Partikel hervorrufen

sind für bestimmte Nutzungsbedingungen konzipiert. Eine ordnungsgemäße Verwendung und Lagerung trägt zur stabilen Qualität der Blankfixierung bei.

Ausfälle von Oszillatoren können manchmal auf die Integration des ICs zurückgeführt werden. In den heutigen kleinen SMD-Oszillatoren wird der Chip direkt auf das PCB montiert. Die Problematik ähnelt hier jener der Quarzblanks. Bei Staub auf den Anschlüssen, bei leichten Verschiebungen der Montageposition, unzureichendem Bindemittel oder bei schlechter Handhabung des Klebematerials können Ausfälle leicht auftreten.

Darüber hinaus kann das Quarzblank selbst hinter dem Ausfall stecken. Beim Quarzblank handelt es sich um eine Scheibe aus einem synthetischen Quarzbalcken, dessen Qualität meist vom „Saat-Quarz“ abhängt. Weist der Ursprungsquarz kleine Löcher bzw. Einsprengungen auf, wird an diesen Stellen kein reiner Quarz wachsen. Die Verzwilligung, die in verschiedenen Konfigurationen im Kristall auftritt, ist ein weiteres Beispiel. Daher sind zur Herstellung von synthetischem Quarz gute Impfkristalle notwendig. Die Qualitätsstufen von synthetischem Quarz sind in der Norm IEC60758 festgelegt, und zuverlässige Quarzhersteller besitzen auch die allerbesten Impfkristalle. Diese lassen sich erst nach der Herstellung von Abermillionen von Quarzen erzeugen.

Nicht alle Hersteller verfügen jedoch über eigene Autoklaven zur Erzeugung von synthetischen Quarzen und haben somit die Kontrolle des Rohstoffs im eigenen Haus. Natürlich kann der Großteil der schlechten Blanks mithilfe einer vollständigen Kontrolle aussortiert werden. Sieht so die ultimative Fehlervorbeugung aus? Wenn Sie auf der Suche nach zuverlässigen Quarzherstellern sind, lohnt es sich, auch die Vorlieferanten der Quarzblanks genau unter die Lupe zu nehmen.

## Wie kann man Quarzfehler minimieren?

Die hier beschriebenen Fehler sind nur einige Beispiele. Leider ist es nicht möglich, diese Quarzausfälle zu 100% zu eliminieren. Daher liegt es auf der Hand, eine möglichst perfekte Vorbeugung anzustreben.

### 1. Fehlerquellen minimieren

Das lässt sich erreichen, indem man die Anzahl der bei der Herstellung eingesetzten Vorrichtungen oder die einzelnen Schritte im Produktionsprozess selbst durch Innovation reduziert. Das lässt sich heute natürlich nicht mehr so leicht bewerkstelligen, denn es wurden im Laufe der Zeit bereits viele technische Neuerungen durchgeführt.

### 2. Reinigungshäufigkeit erhöhen

Das lässt sich mit einer Erweiterung der Reinigungsprozesse

sowie einer Erhöhung der Wartungshäufigkeit der Maschinen und Vorrichtungen erzielen. Dadurch steigen allerdings die Produktionskosten aufgrund der durch die zusätzlichen Reinigungszeiten verursachten geringeren Produktionsmengen.

### 3. Strenge Kontrollen einführen

Dadurch sollen zweifelhafte Produkte schon während der Prüfung ausscheiden. Auch dadurch steigen die Kosten aufgrund der schlechteren Ausbeute.

Nehmen wir das Metallgehäuse als Beispiel. Quarze im Metallgehäuse bieten zwar den Vorteil einer sichereren Oszillation. Es hat sich jedoch die automatisierte Herstellung von SMD-Quarzen durchgesetzt, da es bei den Metallgehäusen mehr Prozessschritte und daher ein höheres Partikelrisiko gibt. Vor allem das Versiegeln war immer wieder für Probleme verantwortlich. Beim Einschließen des Quarzblanks wird das Gehäuse mittels Punktschweißung versiegelt. Bei dieser Methode entstehen Funken innerhalb des Produkts, und es war unmöglich, Partikel daran zu hindern, sich am Quarzblank anzuheften. Darüber hinaus erfolgte der Frequenzabgleich in einem alten Prozess, wodurch sich häufig Partikel in der Maschine ansammelten. Um dem vorzubeugen und verbleibende Partikel zu entfernen, erhöhten die Hersteller die Reinigungshäufigkeit ihrer Anlagen. Naturgemäß stiegen dadurch auch die Arbeits- und Wartungskosten.

Selbst wenn man beide oben genannten Verbesserungen eingeführt hat, können trotzdem Partikel im Quarz auftreten. Vor dem Versand werden DLD-Tests (Drive Level Dependency) durchgeführt, bei denen der Quarz mit verschiedenen Leistungsstufen beaufschlagt wird. Durch diese Tests können fehlerhafte Produkte mit Partikeln ausgesondert werden. Der Test kann durch mehrere Leistungsstufen verfeinert und in der Effektivität erhöht werden, verursacht dann jedoch auch höhere Kosten.

## Wann werden diese Verbesserungen von den Lieferanten eingeführt?

Eine Möglichkeit dazu besteht durch Qualitätsaudits von Kunden. Die Prüfer kontrollieren dabei die Produktionsprozesse und weisen gelegentlich auf die von ihnen entdeckten Risiken und Schwächen hin. Das ist ein richtiger Schritt in Richtung Qualitätsverbesserung. Natürlich unter der Voraussetzung, dass der jeweilige Lieferant die Inputs ernst nimmt.

Vorsicht ist geboten, wenn Neuankömmlinge unter den Quarzherstellern mit Audits namhafter Kunden ihre Qualitätsglaubwürdigkeit aufwerten möchten. Audits sollen eigentlich das Prozessmanagement in puncto Qualität überprüfen. Sie sind nicht dazu da, um die Produktqualität zu beurteilen. Diese beiden Dinge sollten nicht vermischt werden.

Die wichtigste Methode zur Verbesserung der Qualität basiert auf der Grundlage tatsächlicher Fehler. Wie bereits erwähnt, können Ausfälle trotz aller Vorkehrungen nie komplett ausgeschlossen werden. Entscheidend ist, wie ernst es Hersteller mit nachhaltigen Gegenmaßnahmen bei solchen Ausfällen meinen, um ein Wiederkehren des Problems auszuschließen.

Um eine echte Qualitätsmarke zu etablieren, braucht es auch Fehler, an denen man wachsen kann. Wir haben Ihnen hiermit hoffentlich vermitteln können, warum Qualität auf einem hohen Niveau notwendig ist.

Benötigen Sie weitere Informationen oder Unterstützung bei der Auswahl der besten Technologie oder Lösung für Ihr Projekt? CODICO bietet eine umfangreiche Produktpalette an qualitativ hochwertigen Quarzen. Gerne unterstützen die Experten Sie in der Design-in-Phase, um die optimale Lösung für Ihre Applikation zu bestimmen. ◀