

Verzögerungsplatten aus Quarz: zero order

Die Verzögerer bestehen aus zwei parallel zur optischen Achse geschnittenen Kristallplatten, die mit gekreuzten Achsen zusammengesetzt werden. Dadurch wird der Gangunterschied zwischen den Polarisationsachsen durch den Dickenunterschied der beiden Platten bestimmt. Es kann so nahezu jeder gewünschte Gangunterschied erreicht werden (i.d.R. $\lambda/2$ bzw. $\lambda/4$ bei der Sollwellenlänge).

Die Dicke der Einzelplatte liegt bei 0,8 mm (Gesamtdicke ca. 1,6 mm). Die Wellenfrontdeformation beträgt $\lambda/10$ (bei $\lambda = 550$ nm) und der Keilfehler ist kleiner als $2''$. Die Genauigkeit des Gangunterschieds beträgt ± 2 nm.

Der Transmissionsbereich von Quarz ist 180 nm bis 2,7 μ m. Für Wellenlängen unterhalb 230 nm werden die Platten aus synthetischem Quarz gefertigt. Der Spektralbereich, über den eine einzelne zero-order-Platte verwendet werden kann, ist wesentlich kleiner als der Transmissionsbereich und hängt von der geforderten Genauigkeit der Verzögerung ab. Für eine einfache Abschätzung des nutzbaren Wellenlängenbereiches nimmt man an, dass der Gangunterschied (in nm) unabhängig von der Wellenlänge ist (d.h. die Dispersion wird vernachlässigt). Beispielsweise besitzt eine $\lambda/2$ -Platte für 633 nm einen Gangunterschied von 316,5 nm. Wird diese Platte bei 532 nm verwendet, so entspricht dieser Gangunterschied etwa $0,6 \cdot \lambda$. Für Wellenlängenänderungen um ± 4 nm ($\lambda/2$ -Platten) bzw. ± 8 nm ($\lambda/4$ -Platten) liegt der resultierende Fehler des Gangunterschieds unterhalb der Fertigungstoleranz von ± 2 nm. Wir weisen darauf hin, dass in vielen Anwendungen auch größere Abweichungen tolerierbar sind, so dass sich entsprechend größere spektrale Breiten ergeben.

Abweichungen des Gangunterschieds treten auch durch Temperaturänderungen oder schrägen Lichteinfall auf. Zero-order-Platten sind weniger temperatur- jedoch stärker neigungsabhängig als low-order-Platten. Eine Abschätzung der Abweichung ΔR vom Sollwert R der Verzögerung (jeweils in nm) aufgrund von Temperaturänderung um ΔT (in K) oder Neigung um $\Delta \varphi$ (in Grad) ist wie folgt möglich:

$$\Delta R \approx -(8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}) \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\Delta R \approx \pm (1 \text{ nm/Grad}^2) \cdot \Delta \varphi^2$$

Für eine $\lambda/2$ -Platte bei 633 nm liegen die Abweichungen bei Temperaturänderungen bis zu ± 80 K oder Kippwinkeln bis zu $\pm 1,5^\circ$ unterhalb der Fertigungstoleranz.

Die Platten sind mit Doppelschichten für die Sollwellenlänge entspiegelt ($R < 0,1\%$ pro Fläche) und werden in einer Zylinderfassung aus eloxiertem Aluminium mit Gravur der schnellen Achse, des Gangunterschiedes und der Wellenlänge geliefert.

Quartz Retarders: zero order

These retarders consist of two crystal plates cut parallel to their optical axis. The Plates are assembled with crossed crystal axes. As a result, the path difference between the two polarization axes is determined by the difference of the thickness of the two plates. By this method almost any desired path difference can be obtained (usually $\lambda/2$ or $\lambda/4$ at the design wavelength).

The thickness of each plate is about 0.8 mm (total thickness approx. 1.6 mm). The wavefront distortion is $\lambda/10$ (at $\lambda = 550$ nm) and the wedge error is smaller than $2''$. The accuracy of the path difference is ± 2 nm.

The spectral transmission range for quartz is 180 nm to 2.7 μ m. For wavelengths below 230 nm the plates are manufactured from synthetic crystal quartz. The usable spectral range for a single zero-order plate is much smaller than the transmission range and depends on the required accuracy of the retardation. For a simple estimation of the useable wavelength range one assumes the path difference (in nm) to be independent of the wavelength (i.e. the dispersion is neglected). As an example a $\lambda/2$ plate designed for 633 nm has a path difference of 316.5 nm. If this plate is used at 532 nm this path difference corresponds to $0,6 \cdot \lambda$. For wavelength changes of up to ± 4 nm ($\lambda/2$ plates) or up to ± 8 nm ($\lambda/4$ plates) the resulting error will be smaller than the production tolerance of ± 2 nm. Please take into account that the required accuracy of the path difference is lower in many applications which results in a correspondingly broader spectral range.

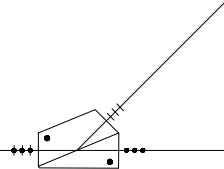
Deviations of the path difference also occur due to temperature change or non-normal incidence. The path difference for zero order plates is less temperature sensitive but more tilt sensitive than for low order plates. The deviation ΔR of the path difference from the nominal value R (both in nm) due to a temperature change by ΔT (in K) or due to tilt by $\Delta \varphi$ (in degrees) can be estimated as follows:

$$\Delta R \approx -(8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}) \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\Delta R \approx \pm (1 \text{ nm/deg}^2) \cdot \Delta \varphi^2$$

For $\lambda/2$ plate at 633 nm the deviations will be smaller than the production tolerance for a temperature change up to ± 80 K order for tilt angles up to $\pm 1,5^\circ$.

The plates are AR coated with double layers at the design wavelength ($R < 0,1\%$ per surface) and are delivered with a cylindrical mount made of anodized aluminum and engraved with the direction of the fast axis, the path difference and the design wavelength.



Die zero-order Verzögerungsplatten sind wahlweise mit optischem Kontakt (kittfrei) oder einem Luftspalt zwischen den beiden Teilplatten lieferbar (Version L). Die Version mit Luftspalt ist für Hochleistungslaser sowie für Anwendungen mit außergewöhnlichen thermischen oder mechanischen Belastungen sinnvoll.

Zero order retarders are available either joined by optical contact (cementless) or with air space between the plates (version L). The air spaced version is particularly suited for high power lasers and for applications with strong thermal or mechanical load.

Platten mit optischem Kontakt

Plates with optical contact

Öffnung/Aperture Durchmesser/diameter	Fassung/Holder		$\lambda/2$	$\lambda/4$
	Durchmesser/diameter	Länge/length		
9.5 mm	25 mm	10 mm	RZQ 2.10	RZQ 4.10
14.5 mm	25 mm	10 mm	RZQ 2.15	RZQ 4.15
19.5 mm	30 mm	15 mm	RZQ 2.20	RZQ 4.20
24.5 mm	40 mm	15 mm	RZQ 2.25	RZQ 4.25

Platten mit Luftspalt

Plates with air space

Öffnung/Aperture Durchmesser/diameter	Fassung/Holder		$\lambda/2$	$\lambda/4$
	Durchmesser/diameter	Länge/length		
9.5 mm	25 mm	10 mm	RZQ 2.10 L	RZQ 4.10 L
14.5 mm	25 mm	10 mm	RZQ 2.15 L	RZQ 4.15 L
19.5 mm	30 mm	15 mm	RZQ 2.20 L	RZQ 4.20 L
24.5 mm	40 mm	15 mm	RZQ 2.25 L	RZQ 4.25 L

Wichtig:

Bei Bestellung bitte die gewünschte Wellenlänge angeben. Die Listenpreise gelten für Standardwellenlängen gemäß folgender Tabelle:

Important note:

Please specify required wavelength when ordering. The prices apply to standard wavelengths according to the following table:

Standardwellenlängen für zero order Platten aus Quarz Standard wavelengths for zero order quartz retarders								
193 nm	248 nm	266 nm	355 nm	375 nm	390 nm	395 nm	400 nm	405 nm
425 nm	440 nm	488 nm	514 nm	532 nm	589 nm	633 nm	650 nm	670 nm
685 nm	780 nm	785 nm	790 nm	795 nm	800 nm	810 nm	830 nm	852 nm
946 nm	1030 nm	1047 nm	1053 nm	1064 nm	1083 nm	1300 nm	1320 nm	1540 nm
1550 nm	2023 nm							

Sonderanfertigungen:

Mehrpreis für Sonderwellenlängen:

freie Öffnung 9,5 mm und 14,5 mm	RZQ 0.1
freie Öffnung 19,5 mm und 24,5 mm	RZQ 0.2
$\lambda/8$ -Platten und andere Verzögerungswerte	auf Anfrage
Platten mit anderen Formaten	auf Anfrage
Verzögerungsgenauigkeit von ± 1 nm	RZQ 0.5

Available on special order:

non-standard wavelengths have a surcharge:

clear aperture 9.5 mm and 14.5 mm	RZQ 0.1
clear aperture 19.5 mm and 24.5 mm	RZQ 0.2
$\lambda/8$ and other retardation values	on request
other dimensions	on request
accuracy of retardation ± 1 nm	RZQ 0.5