



## DESCRIPTION

LBO ist einer der hervorragenden nichtlinearen Kristalle im ultravioletten Band. Es wurde erfolgreich bei der Erzeugung von YLF-, YAG- und YAP-Lasern der zweiten und dritten Harmonischen eingesetzt. Der LBO-Kristall hat ein breites Transmissionsband, eine gute UV-Durchlässigkeit, eine leichte Zerfließung, gute physikalische und chemische Eigenschaften, einen moderaten nichtlinearen optischen Koeffizienten, eine gute optische Gleichmäßigkeit, eine hohe Schadensschwelle, einen großen zulässigen Winkel und einen kleinen Absprungwinkel. Es ist weit verbreitet in der zweiten Harmonischen mit hoher Durchschnittsleistung, der Summenfrequenz, der Differenzfrequenz, der dritten Harmonischen, der vierten Harmonischen und dem parametrischen Schwingungsfeld.

LBO-Kristall – der hervorragendste nichtlineare Kristall für die Verdoppelung der Laserfrequenz bei nichtkritischer Phase

Der größte Vorteil von LBO besteht darin, dass die Temperaturabstimmung verwendet werden kann, um eine unkritische Phasenanpassung (NCPM) zu erreichen. Wenn die unkritische Phasenanpassungsbeziehung im Frequenzverdopplungsprozess erfüllt ist, beträgt der Absprungwinkel zwischen dem Grundfrequenzlicht und der zweiten Harmonischen der Frequenzverdopplung 0. Zu diesem Zeitpunkt kann die effektive Länge des LBO-Kristalls theoretisch unendlich sein, der seinen kleinen nichtlinearen Koeffizienten kompensieren kann. Da die Schadensschwelle sehr groß ist, kann ein Hochleistungs-Grundwellenpumpen realisiert werden. Daher wird die Umwandlungseffizienz von Grundfrequenzlicht erheblich verbessert, indem die unkritische Phasenanpassung des LBO-Kristalls für die Frequenzverdopplung außerhalb des Hohlraums eines gepulsten Lasers verwendet wird. Die Strahlqualität und Stabilität des Frequenzlichts werden erheblich verbessert.



## PARAMETER

### CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Wert
Chemische Formel	$\text{LiB}_3\text{O}_5$
Kristallstruktur	Orthorhombisch, Raumgruppe Pna21, Punktgruppe mm2
Gitterparameter	$a=8.4473\text{\AA}$ , $b=7.3788\text{\AA}$ , $c=5.1395\text{\AA}$ , $Z=2$
Massendichte	$2.47 \text{ g/cm}^3$
Härte (Mohs)	6
Schmelzpunkt	
Wärmeleitfähigkeit	$3.5 \text{ W/m/K}$
Doppelbrechung	Negativer zweiachsiger Kristall: $2 V_z = 109,2^\circ$ bei $\lambda = 0,5321 \mu\text{m}$

### BESCHICHTUNG

Kristallabmessung / mm	Länge / mm	Anwendung
5 x 5	15	THG@1064nm, Typ II (e-oe)
	15	SHG@1064nm, Typ I (e-oo)
6 x 6	0.9	SHG@1030nm
	1.9	SHG@1030nm
	2.8	SHG@1030nm
10 x 10	0.9	SHG@1030nm
	1.9	SHG@1030nm
	2.8	SHG@1030nm
	3.7	SHG@1030nm
3 x 3	10	THG@1064nm, Typ II (e-oe)
	15	THG@1064nm, Typ II (e-oe)
	15	SHG@1064nm, Typ I (e-oo)
	20	SHG@1064nm, NCPM I Typ



Kristallabmessung / mm	Orientierung Theta / Phi deg	AR-Beschichtungen S1 / S2, nm / nm
5 x 5	42.2/90	1064 + 532 / 355
	90/11.6	1064 + 532 / 1064 + 532
6 x 6	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
10 x 10	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
	90/13.8	515 + 1030 / 515 + 1030
3 x 3	42.2/90	1064 + 532 / 355
	90/0	1064 + 532 / 1064 + 532
	42.2/90	1064 + 532 / 355
	90/11.6	1064 + 532 / 1064 + 532
	90/0	1064 + 532 / 1064 + 532

## POLIEREN

Eigenschaft	Wert
Orientierungstoleranz	< 0.5°
Dicke / Durchmesser Toleranz	±0.05 mm
Oberflächenebenheit	<λ/8 @632nm
Wellenfrontverzerrung	<λ/4 @632nm
Oberflächenqualität	44109
	Parallel
Aufrecht	15'
Klar Blende	>90%
Fase	<0.2×45°

## LINEARE OPTISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Wert
Transparenzbereich	169 – 2600 nm
Absorptionskoeffizient:	<0.1%/cm bei 1064nm;<0.3%/cm bei 532nm
Brechungsindizes	
bei 1.0642 mm	$n_x = 1.5656, n_y = 1.5905, n_z=1.6055$
bei 0.5321 mm	$n_x = 1.5785, n_y = 1.6065, n_z=1.6212$
bei 0.2660 mm	$n_x = 1.5973, n_y = 1.6286, n_z=1.6444$
Sellmeier-Gleichungen ( $\lambda$ in $\mu\text{m}$ )	$n_x^2=2.454140+0.011249/(\lambda^2-0.011350)-0.014591\lambda^2-6.60\times 10^{-5}\lambda$
	$n_y^2=2.539070+0.012711/(\lambda^2-0.012523)-0.018540\lambda^2+2.0\times 10^{-4}\lambda^4$
	$n_z^2=2.586179+0.013099/(\lambda^2-0.011893)-0.017968\lambda^2-2.26\times 10^{-4}\lambda$

## NICHTLINEARE OPTISCHE EIGENSCHAFTEN

Eigenschaft	Wert
SHG-Phasenanpassungsbereich	551 ~ 2600nm (Typ I);790-2150nm (Typ II)
NLO-Koeffizienten	$d_{\text{eff}}(\text{I})=d_{32}\cos\Phi$ (Typ I in der XY-Ebene)
	$d_{\text{eff}}(\text{I})=d_{31}\cos^2\theta+d_{32}\sin^2\theta$ (Typ I in der XZ-Ebene)
	$d_{\text{eff}}(\text{II})=d_{31}\cos\theta$ (Typ I in der YZ-Ebene)
	$d_{\text{eff}}(\text{II})=d_{31}\cos^2\theta+d_{32}\sin^2\theta$ (Typ I in der XZ-Ebene)
Nicht verschwundene NLO-Anfälligkeiten	$d_{31}=1.05 \pm 0.09 \text{ pm/V}$
	$d_{32}=-0.98 \pm 0.09 \text{ pm/V}$
	$d_{33}=0.05 \pm 0.006 \text{ pm/V}$
Thermooptische Koeffizienten ( $^{\circ}\text{C}, \lambda$ in $\mu\text{m}$ )	$dn_x/dT=-9.3\times 10^{-6}$
	$dn_y/dT=-13.6\times 10^{-6}$
	$dn_z/dT=(-6.3-2.1\lambda)\times 10^{-6}$
Winkelakzeptanz	6.54mrad-cm ( $\Phi$ , Typ I,1064 SHG)15.27mrad-cm ( $q$ , Typ II,1064 SHG)

## LINEARER WÄRMEAUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT

T [K]	$\alpha_t \times 10^6 [K^{-1}],   X$	$\alpha_t \times 10^6 [K^{-1}],   Y$	$\alpha_t \times 10^6 [K^{-1}],   Z$
273	107.1	-95.4	33.7
323	108.2	-88	33.6
373	108.3	-80.9	33.2
423	107.3	-74	32.6
473	105.3	-67.3	31.7
523	102.3	-60.7	30.5
573	98.2	-54.4	29.1
673	87	-42.3	25.5
723	79.8	-36.5	23.3
773	71.6	-30.9	20.9
873	52.1	-20.3	15.3
923	40.8	-15.3	12.1
973	28.5	-10.6	8.7
1023	15.1	-5.9	5
1073	0.8	1.5	1.1

## EXPERIMENTELLE WERTE VON BRECHUNGSINDIZES

$\lambda [\mu m]$	$n_x$	$n_y$	$n_z$
0.2537	1.6335	1.6582	1.6792
0.2894	1.6209	1.6467	1.6681
0.2968	1.6182	1.645	1.6674
0.3125	1.6097	1.6415	1.6588
0.3341	1.6043	1.6346	1.6509
0.365	1.59523	1.62518	1.64025
0.4	1.58995	1.61918	
0.4047	1.5907	1.6216	1.6353
0.4358	1.5859	1.6148	1.6297
0.45	1.58449	1.61301	1.62793
0.4861	1.5817	1.6099	1.6248
0.5	1.58059	1.60862	1.62348
0.525	1.57906	1.60686	



0.5321	1.57868	1.60642	1.62122
0.5461	1.578	1.6057	1.6206
0.55	1.57772	1.60535	1.62014
0.578	1.5765	1.6039	1.6187
0.5893	1.576	1.6035	1.6183
0.6	1.57541	1.60276	1.61753
0.6328	1.5742	1.6014	1.6163
0.6563	1.5734	1.6006	1.6154
0.7		1.59893	1.61363
0.8	1.56959	1.59615	1.61078
0.9	1.56764	1.59386	1.60843
1	1.56586	1.59187	1.60637
1.0642	1.56487	1.59072	1.60515
1.1	1.56432	1.59005	1.60449

### EXPERIMENTELLE WERTE DES PHASENANPASSUNGSWINKELS (T = 293K)

Wechselwirkende Wellenlängen [ $\mu\text{m}$ ]	$\Phi_{\text{exp}}$ [deg]	Hinweis
XY-Ebene $\theta = 90^\circ$		
SHG, o + o $\Rightarrow$ e		
1.908 $\Rightarrow$ 0.954	23.8	
1.5 $\Rightarrow$ 0.75	7	
1.0796 $\Rightarrow$ 0.5398	10.6/10.7	
1.0642 $\Rightarrow$ 0.5321	11.3/11.4/11.6/11.8	
0.946 $\Rightarrow$ 0.473	19.4/19.5	
0.930 $\Rightarrow$ 0.465	21.3	
0.896 $\Rightarrow$ 0.448	23.25	
0.88 $\Rightarrow$ 0.44	24.53	
0.850 $\Rightarrow$ 0.425	27	
0.84 $\Rightarrow$ 0.42	27.92	
0.836 $\Rightarrow$ 0.418	28.3	
0.80 $\Rightarrow$ 0.40	31.7	
0.794 $\Rightarrow$ 0.397	32.3	
0.786 $\Rightarrow$ 0.393	33	
0.78 $\Rightarrow$ 0.39	33.7	



0.7735⇒0.38675	34.4	
0.75⇒0.375	37.13/37	
0.746⇒0.373	37.5	
0.7094⇒0.3547	41.8/41.9/42/43.5	
0.63⇒0.315	55.6	
0.555⇒0.2775	86	
0.554⇒0.277	90	
SFG, o+o ⇒e		
1.3414+0.6707⇒0.44713	20	
1.0642+0.5321⇒0.35473	37/37.1/37.2	
1.053+0.5265⇒0.351	38.2	
1.0642+0.35473⇒0.26605	60.7/61	
0.86+0.43⇒0.2867	61	
1.3188+0.26605⇒0.22139	70.2	
0.21284+2.35524⇒0.1952	50.3	
0.21284+1.90007⇒0.1914	63.8	
0.21284+1.58910⇒0.18774	88	
YZ-Ebene, $\Phi = 90^\circ$		
SHG, o + e ⇒o		
1.908⇒0.954		46.2
1.5⇒0.75		14.7
1.0796⇒0.5398		19.2
1.0642⇒0.5321		19.9/20.5/20.6/21.0
SFG, o+e ⇒o		
1.0641+0.53205⇒0.3547		42/42.7
1.0642+0.5321⇒0.35473		42.2/42.5/43.2
XZ-Ebene, $\Phi = 0^\circ, \theta < VZ$		
SHG, e + o ⇒e		
1.3414⇒0.6707		3.6/4.2/5.0
1.3188⇒0.6594		5.2
1.3⇒0.65		5.4
XZ-Ebene, $\Phi = 0^\circ, \theta > VZ$		
SHG, e + e ⇒o		



1.3414⇒0.6707	86.1/86.3/86.6
1.3188⇒0.6594	86
1.3⇒0.65	86.1
1.24⇒0.62	86

### EXPERIMENTELLE WERTE DER NCPM-TEMPERATUR (NON-CRITICAL PHASE MATCHING)

Wechselwirkende Wellenlängen [ $\mu\text{m}$ ] T [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
entlang der X-Achse

SHG, Typ I	
1.547⇒0.7735	117
1.46⇒0.73	50
1.252⇒0.626	3.5
1.25⇒0.625	-2.9
1.215⇒0.6075	21
1.211⇒0.6055	20
1.206⇒0.603	24
1.2⇒0.6	24.3
1.15⇒0.575	61.1
1.135⇒0.5675	77.4
1.11⇒0.555	108.2
1.0796⇒0.5398	112
1.0642⇒0.5321	148/148.5/149/149.5/151
1.047⇒0.5235	166.5/167/172/175/176.5/180
1.025⇒0.5125	190.3
SFG, Typ I	
1.908+1.0642⇒0.6832	81
1.444+1.08⇒0.6179	23
1.135+1.0642⇒0.5491	112
1.547+0.7735⇒0.5157	141
DFG, Typ I	
0.532-0.8⇒1.588	135

entlang der Z-Achse



## EXPERIMENTELLE WERTE FÜR INTERNE WINKEL-, TEMPERATUR- UND SPEKTRALBANDBREITEN

Wechselwirkende Wellenlängen [ $\mu\text{m}$ ]	T [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$\Delta\varphi^{\text{int}}$ [deg]	$\Delta\theta^{\text{int}}$ [deg]	$\Delta T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
entlang der X-Achse				
SHG, Typ I.				
1.46 $\Rightarrow$ 0.73	50			6
1.252 $\Rightarrow$ 0.626	3.5			9
1.206 $\Rightarrow$ 0.603	24			13
1.135 $\Rightarrow$ 0.5675	77.4			4.7
1.0642 $\Rightarrow$ 0.5321	148	3.54	2.57	3.9
	148.5			2.7
	149	2.3	1.9	4
	149.5			4.1
	151	2.1	2.1	2.9
1.047 $\Rightarrow$ 0.5235	175			3.5
SFG, Typ I				
1.908+1.0642 $\Rightarrow$ 0.6832	81			7.4
1.444+1.08 $\Rightarrow$ 0.6179	23	4.2	3	
1.135+1.0642 $\Rightarrow$ 0.5491	112			5
DFG, Typ I				
0.532-0.8 $\Rightarrow$ 1.588	135			3.8

## EXPERIMENTELLE WERTE FÜR INTERNE WINKEL-, TEMPERATUR- UND SPEKTRALBANDBREITEN

Wechselwirkende Wellenlängen [ $\mu\text{m}$ ]	$\Phi_{\text{pm}}$ [deg]	$\theta_{\text{pm}}$ [deg]	$\Delta\varphi^{\text{int}}$ [deg]	$\Delta\theta^{\text{int}}$ [deg]	$\Delta T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$\Delta\nu$ [ $\text{cm}^{-1}$ ]
XY-Ebene, $\theta = 90$ (T = 293 K)						
SHG, o+o $\Rightarrow$ e						
1.0796 $\Rightarrow$ 0.5398	10.7		0.31			
1.0642 $\Rightarrow$ 0.5321	10.8		0.27	2.63		
	11.4		0.24	1.79		
	11.6				5.8	
			0.34	2.64	6.7	8.8
0.886 $\Rightarrow$ 0.443	24.1				7.8	15.9

0.870⇒0.435	25.4	0.12	141
0.78⇒0.39	33.7	0.08	194
0.7605⇒0.38025	35.9		15.3 10.5
0.715⇒0.3575	41	0.06	
SFG, o+o ⇒e			
1.0642+0.3547⇒0.2661	60.7		3.8
YZ-Ebene, φ = 90 (T = 293 K)			
SHG, o+e ⇒o			
1.0642⇒0.5321	20.6	3.2	0.77
		3	0.81 11.5
SFG, o+e ⇒o			
1.0641+0.53205⇒0.3547	42	0.79	0.16 6
1.0642+0.5321⇒0.35473	42.2		0.18
	41	3.07	0.18

### BERECHNETE WERTE DER INVERSEN GRUPPENGESCHWINDIGKEITSFEHLANPASSUNG FÜR DEN SHG-PROZESS IN LBO

Wechselwirkende Wellenlängen [μm]	$\Phi_{pm}$ [deg]	$\theta_{pm}$ [deg]	$\beta$ [fs/mm]
XY-Ebene, θ = 90°			
SHG, o+o ⇒e			
1.2⇒0.6	2.36	18	
1.1⇒0.55	9.37	37	
1.0⇒0.5	15.74	59	
0.9⇒0.45	22.94	86	
0.8⇒0.4	31.69	123	
0.7⇒0.35	43.38	175	
0.6⇒0.3	62.63	257	
YZ-Ebene, φ = 90°			
SHG, o+e ⇒o			
1.1⇒0.55	15.98	82	
1.0⇒0.5	28.96	106	
0.9⇒0.45	45.36	139	
0.8⇒0.4	76.88	186	



## LASERINDUZIERTE SCHWELLE FÜR OBERFLÄCHENSCHÄDEN

$\lambda$ [μm]	$\tau_p$ [ns]	lthr [GW/cm <sup>2</sup> ]	Hinweis
0.2661	12	>0.04	
0.308	17	>0.05	
	0.0003	47000	scharfe Fokussierung
0.3547	18	>0.18	10Hz
	8	>0.1	
	7	>0.14	
	0.03	>9.4	10Hz
	0.015	>2.8	
	0.018	>5	
	0.025	>6	10Hz
0.5145	CW	>0.00003	
0.5235	0.055	>1.1	500Hz
0.5321	CW	>0.0004	
	60	>0.07	900Hz
	10	>0.22	
	0.1	>4.5	500Hz
	0.035	>3.1	
	0.015	>4.4	
0.592	0.0005	>50	1kHz
0.605	0.0002	>25	
0.616	0.0004	31000	scharfe Fokussierung
0.652	0.02	>0.81	
0.7–0.9	10	>0.03	10Hz
0.71–0.87	25	1.1–1.4	25Hz
0.72–0.85	0.001	>8	
0.77–0.83	0.00005	>22	80MHz
1.0642	CW	>0.001	
	60	>0.06	1333Hz
	18	>0.6	10Hz
	9	>0.9	10Hz
	8	>0.5	
	1.3	19	



	1.1	45	Massiver Schaden
	0.1	25	
	0.035	>4.8	
	0.025	>3.3	10Hz
1.0796	5	20	1–25Hz
	0.04	30	

## TEMPERATURABLEITUNG VON BRECHUNGSINDIZES

für den Spektralbereich 0,4–1,0 µm und den Temperaturbereich 293–338 K (λ in µm):

$$dn_x / dT = -1,8 \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$dn_y / dT = -13,6 \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$dn_z / dT = - (6,3 + 2,1 \lambda) \times 10^{-6}; K^{-1}$$

für den Spektralbereich 0,4–1,0 µm und den Temperaturbereich 293–383 K (λ in µm):

$$dn_x / dT = - (3,76 \lambda - 2,3) \times 10^{-6}; K^{-1}$$

$$dn_y / dT = - (19,40 - 6,01 \lambda) \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$dn_z / dT = - (9,70 - 1,50 \lambda) \times 10^{-6} K^{-1}$$

für λ = 0,6328 µm und Temperaturbereich 293–473 K (λ in µm, T in K):

$$dn_x / dT = [0,20342 - 1,9697 \times 10^{-2} (T-273) - 1,4415 \times 10^{-5} (T-273)^2] \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$dn_y / dT = - [10,748 + 7,1034 \times 10^{-2} (T-273) + 5,7387 \times 10^{-5} (T-273)^2] \times 10^{-6} K^{-1}$$

$$dn_z / dT = - [0,85998 + 1,5476 \times 10^{-1} (T-273) - 9,4675 \times 10^{-4} (T-273)^2 + 2,2375 \times 10^{-6} (T-273)^3] \times 10^{-6} K^{-1}$$

## ANDERE PARAMETER

Spezifische Wärmekapazität  $c_p$  bei  $P = 0,101325$  MPa

T [K]	$c_p$ [J/kgK]
298	1060

Linearer Absorptionskoeffizient  $\alpha$

λ [µm]	$\alpha$ [cm <sup>-1</sup> ]
0.35–0.36	0.0031
1.0642	0.00035

Zwei-Photonen-Absorptionskoeffizient  $\beta$

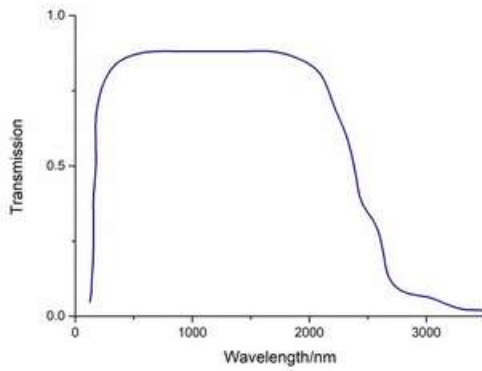
λ [µm]	$\tau_p$ [ns]	$\beta \times 10^{11}$ [cm/W]	Hinweis
0.211	0.0009	103±36	θ = 90°, Φ = 30°
0.264	0.0008	15±5	θ = 90°, Φ = 30°



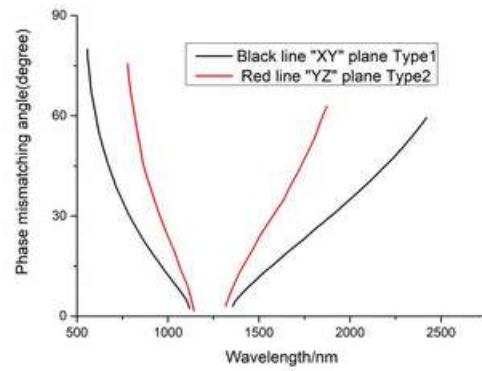
Nichtlinearer Brechungsindex  $\gamma$

$\lambda$ [μm]	$\gamma \times 10^{15}$ [cm <sup>2</sup> /W]	Hinweis
0.78	0.26±0.03	[100] Richtung
	0.19±0.03	[010] Richtung
0.85	0.19±0.04	

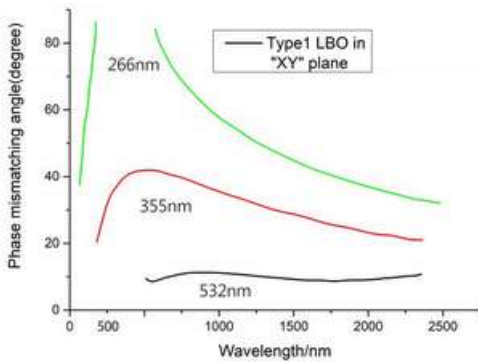
**ANDERE PARAMETER**



LBO-Übertragungsspektrum



SHG-Abstimmkurven von LBO nichtlinearer Kristall



OPO-Abstimmkurven von LBO (Typ I (ooe) in der XY-Ebene) mit unterschiedlichem Pumplicht, nämlich 530 nm, 355 nm und 266 nm

## FEATURES

- Geringe Feuchtigkeitsempfindlichkeit
- Der Dispertivwinkel ist klein
- Hohe optische Homogenität
- Der Bereich der einstellbaren Wellenlängen ist groß
- Der Bereich der Transparenz ist breit
- Die Schadensschwelle ist hoch

## ANWENDUNG

- Material bearbeitung
- 532nm Laser
- 355nm Laser
- Optische Kommunikation
- 532nm Laser
- 457nm Laser
- Holographie
- 671nm Laser
- Medizinische Anwendungen
- 1300nm Laser
- Laser mit zwei Wellenlängen (1064 nm, 532 nm)
- OPA (Optische parametrische Verstärker) und OPO (Oszillatoren)
- SHG (Frequency Harmonic Doubling) und THG (Tripling Harmonic Doubling)
- Diodenlaser gepumpter Nd: YLF-Laser und Nd: YAG-Laser. Alexandrit, Ti: Saphir, Farbstofflaser, Ultrakurzpulslaser

