

GEBRAUCHSANWEISUNG  
DENTALLEGIERUNG UND LOTE



www.scp-plus.com

## CHARAKTERISIERUNG

Legierungen (nicht aufbrennfähig)																					
Legierung	Beschreibung			Zusammensetzung in Massen – %																	
Name	Typ 1)	Farbe 2)	Indikation 3)	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Sn	Zn	In	Ir	Fe	Ru	Rh	Mn	Nb	Ta	Ti	Ga	
21 z <sup>8</sup>	3	1	1–2	77,0	1,0		13,0	8,5		0,2	0,2	0,1									
23 z <sup>8</sup>	4	2	1–7	85,0	10,0					4,2		0,1			0,7						
24 z <sup>8</sup>	4	2	1–8	69,0	6,0		12,9	11,0		1,0		0,1									
25 z <sup>8</sup>	4	2	1–8	70,0	4,0	2,5	13,4	8,5		1,5		0,1									
26 z <sup>8</sup>	4	2	1–8	72,0	3,6		13,7	9,8		0,8		0,1									

Legierungen (aufbrennfähig)																					
Legierung	Beschreibung			Zusammensetzung in Massen - %																	
Name	Typ 1)	Farbe 2)	Indikation 3)	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Sn	Zn	In	Ir	Fe	Ru	Rh	Mn	Nb	Ta	Ti	Ga	
42 z <sup>8</sup>	4	2	1–4,6	86,2	11,5					1,5				0,4		0,1		0,3			
43 z <sup>8</sup>	4	4	1–8	77,2	9,6	9,0	1,5	0,3	0,7		1,4	0,1	0,2								
44 z <sup>8</sup> <small>Achtung Fußboden!</small>	4	1	1–7	97,9													0,4		1,7		
45 z <sup>8</sup>	3	2	1–4,6	86,8	11,6						1,5	0,1									
46 z <sup>8</sup>	4	2	1–4,6	72,0	13,9		10,5			3,0		0,1			0,25	0,25					
47 z <sup>8</sup>	4	3	1–4,6	84,4	8,0	5,0					2,5	0,1									
48 z <sup>8</sup>	4	4	1–8	75,1		18,9	1,0	0,4	2,0	0,5	2,0	0,1									
49 z <sup>8</sup>	4	2	1–8	77,0	19,0		1,6			1,8		0,1							0,5		

41 z <sup>6</sup>	4	4	1–8	51,6		38,4					8,4	0,05		0,05							1,5
-------------------	---	---	-----	------	--	------	--	--	--	--	-----	------	--	------	--	--	--	--	--	--	-----

41 z <sup>4</sup>	4	4	1–8	15,4		52,0	20,0		5,4		6,0			0,2							1,0
-------------------	---	---	-----	------	--	------	------	--	-----	--	-----	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	-----

				Co	Cr	Ga	Mo	In	Pt	Au	W	Si	Ma	Fe	
BIO 41 z <sup>2</sup>	4	4	1,2,4,6	54,5	25,0	6,0	4,5	3,5	2,0	1,5	kleiner als 1,0% = Wolfram, Silizium, Mangan und Eisen				

Legierungen (aufbrennfähig mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK)																					
Legierung	Beschreibung			Zusammensetzung in Massen – %																	
Name	Typ 1)	Farbe 2)	Indikation 3)	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Sn	Zn	In	Ir	Fe	Ru	Rh	Mn	Nb	Ta	Ti	Ga	
61 z <sup>8</sup>	4	3	1–7	73,0	1,6	5,8	16,0		0,5	3,0		0,1									
62 z <sup>8</sup>	4	2	1–4,6,7	73,8	9,0		9,2	4,4		2,0	1,5	0,1									
63 z <sup>8</sup>	3	2	1–4,6,7	75,0	9,1		13,1			2,0		0,1			0,6				0,1		
61 z <sup>6</sup>	4	3	1–4,6,7	55,0		10,0	29,0		0,5	1,4	4,0	0,1									
62 z <sup>6</sup>	4	3	1,2,4,6,7	32,0	2,0	15,0	42,0				9,0										
61 z <sup>4</sup>	4	4	1–4,6,7			39,9	51,9			2,0	4,0	2,0			0,2						

z<sup>8</sup> = hochgoldhaltige Legierungen  
z<sup>6</sup> = reduzierte Legierungen  
z<sup>4</sup> = Palladium-Basis-Legierungen  
z<sup>2</sup> = Kobalt-Basis-Legierungen

1) Typen:  
1= niedrige Festigkeit  
2= mittlere Festigkeit  
3= hohe Festigkeit  
4= extrahohe Festigkeit

2) Farbe:  
1= Sattgelb  
2= Gelb  
3= Hellgelb  
4= Silber

3) Indikationen  
1= Okklusale Inlays  
2= MOD Inlays, Kronen, Vollgusskronen  
3= Brücken mit kleiner Spannweite (1 Zwischenglied bei ausreichendem Querschnitt)  
4= Brücken u. Suprastrukturen m. großer Spannweite (2 Zwischenglieder b. ausreichend. Querschnitt)

## TECHNISCHE DATEN

Legierungen (nicht aufbrennfähig)										
Legierung	Technische Daten allgemein									
Name	Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Härte nach Vickers HV 5/30 a g/b	E-Modul MPa	0,2% Dehngrenze in MPa g	a	Bruchdehnung in % g	a	Vergüten in °C/min	Weichglühen in °C/min	Schmelzintervall in °C
21 z <sup>8</sup>	15,4	120		200		38			750/15	910–940
23 z <sup>8</sup>	18,1	200	180	440	520	6	5	500/15	750/15	960–1060
24 z <sup>8</sup>	15,5		270	650		8			750/15	910–960
25 z <sup>8</sup>	15,8		240	570		16			400/15	920–990
26 z <sup>8</sup>	15,6		220	100000	560	17			750/15	900–940

Legierungen (aufbrennfähig)											
Legierung	Technische Daten allgemein										
Name	Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Härte nach Vickers HV 5/30 a g/b	E-Modul MPa	0,2% Dehngrenze in MPa b	a	Bruchdehnung in % b	a	Vergüten in °C/min	Weichglühen in °C/min	Schmelzintervall in °C	
42 z <sup>8</sup>	19,0	230	220	90000	500	520	3	3	500/15	800/15	1060–1160
43 z <sup>8</sup>	17,8	230	200	109000	440	590	8	5	500/15	900/15	1160–1280
44 z <sup>8</sup>	18,2	220	210	100000	420	450	5	4	500/15	900/15	1090–1110
45 z <sup>8</sup>	19,1	170	150	95000	330	450	9	5	500/15	900/15	1070–1190
46 z <sup>8</sup>	17,0	220	210	80000	440	490	5	4	500/15	900/15	1000–1080
47 z <sup>8</sup>	18,1	220	200	95000	470	540	7	5	500/15	800/15	1090–1210
48 z <sup>8</sup>	16,2	270	230	120000	480	530	7	7	550/15	900/15	1140–1250
49 z <sup>8</sup>	18,6	230	210	110000	530	680	5	3	450/15	900/15	1050–1140

41 z <sup>6</sup>	13,8	230	220	118000	430	480	14	12	500/15	1100/15	1200–1310
-------------------	------	-----	-----	--------	-----	-----	----	----	--------	---------	-----------

41 z <sup>4</sup>	12,0	280	270	115000	540	610	6	4	550/15	950/15	1150–1270
-------------------	------	-----	-----	--------	-----	-----	---	---	--------	--------	-----------

BIO 41 z <sup>2</sup>	8,2		245	185000	520		5,4				1260–1330
-----------------------	-----	--	-----	--------	-----	--	-----	--	--	--	-----------

Legierungen (aufbrennfähig mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK)											
Legierung	Technische Daten allgemein										
Name	Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Härte nach Vickers HV 5/30 a g/b	E-Modul MPa	0,2% Dehngrenze in MPa g/b	a	Bruchdehnung in % g/b	a	Vergüten in °C/min	Weichglühen in °C/min	Schmelzintervall in °C	
61 z <sup>8</sup>	15,7	240	230	85000	560	590	4	6	450/15	750/15	970–1070
62 z <sup>8</sup>	16,7	210	200	90000	410	480	6	9	450/15	750/15	900–990
63 z <sup>8</sup>	16,7	200	190	87000	420	450	5	5	450/15	750/15	1020–1090
61 z <sup>6</sup>	13,7	220	220	100000	500	520	4	6	450/15	750/15	960–1040
62 z <sup>6</sup>	12,7	210	200	100000	450	510	6	2	450/15		990–1060
61 z <sup>4</sup>	10,6	200	200	110000	390	420	10	10	450/15	750/15	1090–1260

5= wie 4, aber (>2 Zwischenglieder bei ausreichendem Querschnitt)  
6= Frästeile (Konus- und Teleskopkronen, individ. Riegel u. Stege, Verschraubungen, Geschiebe  
7= Modellgussprothesen (großer Verbinder)  
8= Modellgussprothesen

w g/b weich erreichbare Härte durch langsames Abkühlen in der Gießform bzw. nach dem Keramikbrand ausgehärtet  
a g erreichbare Härte durch langsames Abkühlen in der Gießform  
b nach dem Keramikbrand ausgehärtet

44 z<sup>8</sup>  
Bitte beachten Sie die gesonderte Verarbeitungsanleitung

## VORWÄRMEN UND GIESSEN

### Legierungen (nicht aufbrennfähig)

#### Legierung Gießtechnische Werte

Name	Vorwärmtemperatur der Gießform in °C	Tiegelmaterial		Gießtemperatur der Schmelze in °C	Weitererheizzeiten nach Erreichen des Liquiduspunktes (s)			
		Grafit	Keramik		Flamme Propan/O <sub>2</sub>	Widerstandsbeheizte Gießgeräte	HF-Gießgeräte	Lichtbogen-gießgeräte
21 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1100	5-10	30	5-10	5-10
23 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1210	5-10	30	5-10	5-10
24 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1120	5-10	30	5-10	5-10
25 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1150	5-10	30	5-10	5-10
26 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1110	5-10	30	5-10	5-10

### Legierungen (aufbrennfähig)

#### Legierung Gießtechnische Werte

Name	Vorwärmtemperatur der Gießform in °C	Tiegelmaterial		Gießtemperatur der Schmelze in °C	Weitererheizzeiten nach Erreichen des Liquiduspunktes (s)			
		Grafit	Keramik		Flamme Propan/O <sub>2</sub>	Widerstandsbeheizte Gießgeräte	HF-Gießgeräte	Lichtbogen-gießgeräte
42 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1310	5-10	60-90	5-10	5-10
43 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1430	5-10	120-180	5-10	5-10
44 z <sup>8</sup>	800	Ja	Nein	1260	nicht möglich	60-90	5-10	5-10
45 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1340	5-10	60-90	5-10	5-10
46 z <sup>8</sup>	800	Ja	Ja	1230	5-10	60-90	5-10	5-10
47 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1360	5-10	60-90	5-10	5-10
48 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1400	5-10	120-180	5-10	5-10
49 z <sup>8</sup>	850	Ja	Ja	1290	5-10	60-90	5-10	5-10
41 z <sup>6</sup>	900	Nein	Ja	1460	10-15	120-180	10-15	5-10
41 z <sup>4</sup>	900	Ja	Ja	1420	10-15	120-180	10-15	5-10
BIO 41 z <sup>2</sup>	800	Ja	Ja	1420	5-10	120-180	5-10	5-10

### Legierungen (aufbrennfähig mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK)

#### Legierung Gießtechnische Werte

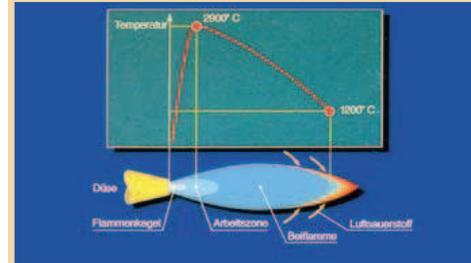
Name	Vorwärmtemperatur der Gießform in °C	Tiegelmaterial		Gießtemperatur der Schmelze in °C	Weitererheizzeiten nach Erreichen des Liquiduspunktes (s)			
		Grafit	Keramik		Flamme Propan/O <sub>2</sub>	Widerstandsbeheizte Gießgeräte	HF-Gießgeräte	Lichtbogen-gießgeräte
61 z <sup>8</sup>	750	Ja	Ja	1220	5-10	30	5-10	5-10
62 z <sup>8</sup>	700	Ja	Ja	1140	5-10	30	5-10	5-10
63 z <sup>8</sup>	750	Ja	Ja	1240	5-10	30	5-10	5-10
61 z <sup>6</sup>	700	Ja	Ja	1190	5-10	30	5-10	5-10
62 z <sup>6</sup>	800	Ja	Ja	1210	5-10	30	5-10	5-10
61 z <sup>4</sup>	800	Ja	Ja	1310	5-10	30	5-10	5-10

## VORWÄRMEN UND GIESSEN DER FLAMMENGUSS

Auf den richtigen Gasdruck achten:  
Verhältnis Propan – Sauerstoff 1:2

### Grundsätzliches

- Brennerkopf immer sauber halten (nach dem Gießen im Wasserbad abschrecken und mit Drahtbürste reinigen)
- Brennerkopf auf Auflösungserscheinungen kontrollieren – Kaufen Sie keine minderwertigen Billigbrenner



Mit der neutralen Zone (Arbeitszone) der Flamme die Legierung aufschmelzen

### 2. Aufbrennlegierungen mit hohem Schmelzintervall

Propan/Sauerstoff wie bei 1  
Charakteristik: Lauter wie 1, prägnant rauschend, schärfer.  
Flamme kürzer ca. 25 cm, nicht wehend, Innenkonus etwas länger.



### 4. Falsche Einstellung – Propanüberschuss

Charakteristik: Lange ruhig wehende Flamme mit deutlicher Orange-färbung. Keine Abgrenzung des Innenkonus. Flamme hat keine "Kraft" und benötigt sehr lange zum Aufschmelzen.



Eine zu starke Flammeneinstellung provoziert eine Legierungsüberhitzung – die Folge sind lunkrige, poröse Güsse mit zerstörtem Gefüge und evtl. unkontrollierter Veränderung der Legierungszusammensetzung.  
Palladium-Basis Legierungen können durch Sauerstoff- und Propanüberschuss geschädigt werden.

### 1. Gusslegierungen

Propan 1 bar, Sauerstoff 2 bar Hochgoldhaltige Gusslegierungen, Pd-Cu-freie Aufbrennlegierungen mit niedrigem Schmelzintervall. Charakteristik: Weich, wehend, ruhig, ca. 30 cm lange Flamme, Innenkonus ca. 6–8 mm lang.



### 3. Modellgusslegierung

Propan 1,5 bar, Sauerstoff 3 bar Charakteristik: Sehr laut, stark rauschend mit Pfeifgeräuschen. Flamme noch kürzer, ca. 20 cm, Innenkonus ca. 12 cm lang, Weißfärbung in der Flamme, am Ende zerrissen. Abstand zur Schmelze ca. 2,5 bis 3 cm.



### 5. Falsche Einstellung – Sauerstoffüberschuss

Charakteristik: Scharf, laut reisend und sehr kurze Flamme. Farbe sehr transparent bläulich. Einschnürung beim Austritt aus dem Brenner.



# LÖTEN, KERAMIKVERBLENDUNG

Legierungen (nicht aufbrennfähig)												
Legierung Verbindungen		Technische Werte zur Keramikverblendung										
Name	Lote	Laserdrähte Ø 0,35 mm	Warmfestigkeitsparameter bei °C			Oxid- bildung	Entfern- barkeit d.Oxide	Absäuern n.d.Oxid.	Mittlerer, linearer Wärme- ausdehnungskoeffizient (WAK) in in µm/mK (25-500°C)			(25-600°C)
			850	900	950							
21 z <sup>8</sup>	Z 800/Z 760/Z 710	Ja										
23 z <sup>8</sup>	Z 880	Ja										
24 z <sup>8</sup>	Z 800/Z 760/Z 710	Ja										
25 z <sup>8</sup>	Z 800/Z 760/Z 710	Ja										
26 z <sup>8</sup>	Z 800/Z 760	Ja										

Legierungen (aufbrennfähig)												
Legierung Verbindungen		Technische Werte zur Keramikverblendung										
Name	Lote	Laserdrähte Ø 0,35 mm	Warmfestigkeitsparameter bei °C			Oxid- bildung	Entfern- barkeit d.Oxide	Absäuern n.d.Oxid.	Mittlerer, linearer Wärme- ausdehnungskoeffizient (WAK) in in µm/mK (25-500°C)			(25-600°C)
	v.d.Brand		n.d.Brand	850	900				950			
42 z <sup>8</sup>	Z 1020	Z 760/Z 710	Ja	0	4	11	3	2	notwendig	14,4	14,6	
43 z <sup>8</sup>	Z 1130/1060	Z 760/Z 710	Ja	0	0	0	3	1		14,1	14,2	
44 z <sup>8</sup>	Z 1040	Z 760/Z 710	Ja	0	0	0	1	nicht erforderlich		14,2	14,4	
45 z <sup>8</sup>	Z 1040/1020	Z 760/Z 710	Ja	0	4	11	2	1		14,2	14,4	
46 z <sup>8</sup>	Z 960	Z 710	Ja	0	9	21	3	2	notwendig	14,7	15,0	
47 z <sup>8</sup>	Z 1060	Z 760	Ja	0	0	6	3	2		14,2	14,4	
48 z <sup>8</sup>	Z 1130/1060	Z 760	Ja	0	0	0	4	2	notwendig	14,0	14,3	
49 z <sup>8</sup>	Z 1040	Z 760	Ja	0	1	6	2	1	notwendig	14,3	14,5	
41 z <sup>6</sup>	Z 1130	Z 760/Z 710	Ja	0	0	0	2	1		13,9	14,1	
41 z <sup>4</sup>	Z 1130	Z 760	Nein	0	0	0	1	1		14,1	14,3	
BIO 41 z <sup>2</sup>			Ja	0	0	0	4	4		14,6	14,8	

Legierungen (aufbrennfähig mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK)												
Legierung Verbindungen		Technische Werte zur Keramikverblendung										
Name	Lote	Laserdrähte Ø 0,35 mm	Warmfestigkeitsparameter bei °C			Oxid- bildung	Entfern- barkeit d.Oxide	Absäuern n.d.Oxid.	Mittlerer, linearer Wärme- ausdehnungskoeffizient (WAK) in in µm/mK (25-500°C)			(25-600°C)
	v.d.Brand		n.d.Brand	750	800				850			
61 z <sup>8</sup>	Z 920	Z 710	Ja	0	2	4	3	2	notwendig	16,3	16,8	
62 z <sup>8</sup>	Z 880	Z 710	Ja	2	5	7	4	1	notwendig	16,7	16,8	
63 z <sup>8</sup>	Z 920	Z 710	Ja	0	1	4	2	2	notwendig	15,8	16,1	
61 z <sup>6</sup>	Z 880	Z 710	Ja	0	0	4	3	2	notwendig	16,7	17,0	
62 z <sup>6</sup>	Z 920	Z 710	Ja	0	0	4	4	1	notwendig	17	17,2	
61 z <sup>4</sup>	Z 920	Z 760	Ja	0	0	0	2	2	notwendig	16,6	16,8	

- 1) Warmfestigkeitsparameter (in % der Durchbiegung zum Ausgangswert)      2) Oxid-  
ausbildung  
1-sehr schwach  
2-schwach  
3-mittel  
4-stark
- 3) Entfernbare  
barkeit d.Oxide  
1-sehr gut  
2-gut  
3-mäßig  
4-schwer
- Die Oxidbrände werden bei der Temperatur des höchsten Keramikbrandes durchgeführt.

# LOTLISTE

Name	Farbe	Indikation	Zusammensetzung in Massen-%										Arbeitstemperatur	
			Au	Pt	Pd	Ag	Cu	Zn	In	Ir	Fe	Ni		
Z 710	gelb	1, 5, 3	72,5	0,45		10,0	3,0	12,0	2,0	0,05				710°C
Z 760	gelb	1, 3, 5	73,2	1,8		10,6	3,0	11,4						760°C
Z 800	gelb	1	70,5	1,4		6,5	13,0	3,0	5,5	0,1				800°C
Z 720	hellgelb	3	50,0		1,0	27,5	5,1	14,0	2,3		0,1			720°C
Z 960	gelb	1, 2	80,0	0,45		15,5		4,0		0,05				960°C
Z 1020	gelb	2	80,0	0,9		17,0		2,0		0,1				1020°C
Z 1040	gelb	2	79,0	3,0		16,6		1,3		0,1				1040°C
Z 1060	weiß	1, 2, 3	71,9		12,0	5,0	8,0	2,0	1,0	0,1				1060°C
Z 1130	weiß	2	70,4		9,7	17,5	0,4	1,0	1,0					1130°C
Z 880	gelb	4	80,0	2,0		11,4		6,50		0,1				880°C
Z 920	gelb	4	78,3	0,45		16,2		5,0		0,05				920°C
Z 930 <small>Nickelhaltig</small>	weiß	stahlgold	79,8					4,4				15,8		930°C

- 1 Lot für Gusslegierung und Kombinationsverbindungen  
 2 vor dem Brand Lot für aufbrennfähige Legierungen für konventionelle Keramik  
 3 nach dem Brand Lot für aufbrennfähige Legierungen für konventionelle Keramik  
 4 vor dem Brand Lot für Legierungen, die mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK aufgebracht werden  
 5 nach dem Brand Lot für Legierungen, die mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK aufgebracht werden

Stand 3/12-09

## Gold (Au)

In den meisten Dentallegierungen vorhanden. Gold ist hervorragender korrosions-, anlauf- und mundbeständig, Gold beeinflusst den Schmelzintervall, senkt die Oxidation bei hohen Temperaturen und beeinflusst den WAK einer Legierung.

## Kupfer (Cu)

Kupfer steigert die Härte und die Festigkeit und die Aushärtung der Legierung wird erleichtert. Sein Oxid bei Aufbrennlegierungen besitzt eine sehr dunkle Farbe. Kupfer hebt den WAK an. Kupfer beeinflusst die Farbe der Legierung ins Rötliche.

## Iridium (Ir)

Iridium wird in sehr kleinen Mengen hauptsächlich als Kornfeiner eingesetzt. Verantwortlich hierfür ist der hohe Schmelzpunkt von 2454 °C. Zur Gruppe der Platinmetalle gehörend ist Iridium chemisch widerstandsfähiger als Platin. Es verbessert die Warmfestigkeit und erhöht das Schmelzintervall.

## Ruthenium (Ru)

Ruthenium gehört zur Platingruppe, dient als Kornfeiner und hat einen stark härtenenden Effekt.

## Platin (Pt)

Platin steigert die Mundbeständigkeit, hat eine korneinwirkende Wirkung und steigert die Härte. Dadurch wird die Stabilität und die Warmfestigkeit angehoben und die Ausbildung von Oxiden verringert.

## Zinn (Sn)

Zinn steigert die Härte und Festigkeit, bei zu hoher Zudosierung wirkt es verspröndend und führt zur Warmbrüchigkeit beim Guss. Es erhöht den WAK, dient als Haftoxidbildner und verbessert bei Loten die Benetzungsfähigkeit.

## Eisen (Fe)

Eisen wird in erster Linie als Haftoxidbildner eingesetzt. Außerdem trägt es zur Kornfeinung bei und steigert die Härte und Festigkeit der Legierung.

## Niob (Nb) und Tantal (Ta)

Niob und Tantal sind chemisch eng verwandt und gelten als äußerst biokompatibel. Beide Elemente zeigen eine hervorragende, elektrochemische Widerstandsfähigkeit mit hohen Durchbruchpotentialen. Im chirurgischen Bereich wird Tantal z.B. für Knochennägel verwendet. Durch die extrem hohen Schmelzpunkte (Niob 2468°C, Tantal 2996 °C) wird die Hochtemperaturbeständigkeit einer Legierung verbessert und eine Kornfeinung und Härtesteigerung erzielt.

## Palladium (Pd)

Palladium ist wichtiger Bestandteil für die Korrosions-, Anlauf- und Mundbeständigkeit. Es erhöht die Härte und Festigkeit und ist wichtiger Partner für die Warmfestigkeit. Palladium hebt das Schmelzintervall und hat eine entfärbende Wirkung.

## Zink (Zn)

Zink verbessert die allgemeinen mechanischen Eigenschaften, es senkt die Schmelztemperatur und macht die Schmelze dünnflüssiger. In Pd-Cu freien Aufbrennlegierungen dient es zusätzlich als Haftoxidbildner. Aufgrund des hohen Dampfdrucks kann es teilweise verdampfen und die Zusammensetzung und Eigenschaften der Legierung ändern.

## Gallium (Ga)

Gallium schmilzt buchstäblich in der Sonne bei 30 °C. Als Legierungsbestandteil senkt es das Schmelzintervall und trägt durch eine Erstarrungskontraktion von 3,3 % zu einer Gitterverzerrung und Verbesserung der mechanischen

Eigenschaften bei. Gallium hebt zusätzlich den WAK.

## Mangan (Mn)

Mangan dient als Kornfeiner, steigert die Festigkeit und steigert im Zusammenhang mit Zink die Duktilität. Es dient als Haftoxidbildner.

## Silber (Ag)

Silber verbessert die Fließfähigkeit, vor allem bei Loten, und steigert die Härte. Bei einem Keramikbrand dient es als Haftoxidbildner. Je nach Zudosierung hebt es stark den WAK der Legierung an und verfärbt die Keramik.

## Indium (In)

Indium bewirkt eine Gitterverzerrung. Die mechanischen Eigenschaften werden verbessert. Indium erhöht den WAK, dient als Haftoxid und verbessert die Fließfähigkeit beim Gießen. Auf Grund seines geringen Schmelzpunktes von 156°C wird es auch bei der Herstellung von Loten verwendet.

## Rhodium (Rh)

Ein weiteres Metall der Platingruppe. Rhodium dient zur Kornfeinung, erhöht die Härte und hat eine weißfärbende Wirkung. Rhodium steigert die Fließfähigkeit und die chemische Beständigkeit.

## Titan (Ti)

Titan zählt, zusammen mit Niob und Tantal zu den biokompatibelsten Elementen überhaupt und zeigt eine äußerst gute Gewebeerträglichkeit. In definiert geringen Mengen verbessert es in Legierungen die mechanischen Eigenschaften und, durch einen hohen Schmelzpunkt von 1668 °C, die Warmfestigkeit beim keramischen Brand.

# ALLGEMEINES UND SPEZIELLES ZUR LEGIERUNGS- UND ZUR VERARBEITUNG VON LEGIERUNGEN

Die Prüfmethode der Legierungen sind in folgenden Normen verankert:  
DIN EN ISO 22674 Zahnheilkunde – Metallische Werkstoffe für festsitzenden und herausnehmbaren Zahnersatz und Vorrichtungen

## Anmerkungen zum Legierungstyp – allgemein

Der Einteilung in Typenklassen liegen folgende, technische Werte zu Grunde:

Typ	0	1	2	3	4	5
0,2%-Dehngrenze R <sub>P0,2</sub> in MPa (Minimum)	–	80	180	270	360	500
Bruchdehnung in % (Minimum)	–	18	10	5	2	2
E-Modul in GPa (Minimum)	–	–	–	–	–	150

## Anmerkungen zur Indikation – allgemein

In der Praxis ist die Beurteilung der mechanischen Festigkeit anhand der Härtewerte üblich. Daraus kann jedoch eine Fehleinschätzung des Werkstoffverhaltens resultieren. Besser für die Beurteilung der Stabilität einer Legierung bzgl. der klinischen Indikation ist es, die plastischen und elastischen Eigenschaften heranzuziehen.

## Anmerkungen zur Indikation – Aufbrennlegierungen

Bei Aufbrennlegierungen lässt die Festigkeit einer Legierung nur bedingt Rückschlüsse auf die Warmfestigkeit beim keramischen Brand zu. Hier spielt der Soliduspunkt eine wichtige Rolle.

# DER ERFOLGREICHE GUSS BEGINNT BEI DER MODELLATION

## Dimensionierung der Gerüste

- Wandstärke der Wachskäppchen min. 0,4-0,5 mm
- Bei Brücken: Bei Verdopplung der Spannweite den Querschnitt vervierfachen
- Interdentalverbindungen mind. ø 8 mm<sup>2</sup> und tropfenförmig gestalten
- Keramikgerüste: Wachsgerüst soll die verkleinerte, anatomische Form der zu verblendenden Arbeit darstellen
- Scharfe Kanten, unterschneidende Stellen, tiefe Rillen, Kontakte im Übergangsbereich Metall/Keramik vermeiden
- Flächen für Lötungen ausreichend dimensionieren
- Ideale Keramikwandstärke von ca. 1 mm einplanen
- Bei Keramikbrücken aus Legierungen mit eingeschränkter Warmfestigkeit oral, zusätzliche Abstützungsmöglichkeiten (z. B. Ringe) anbringen
- Girlanden, mindestens aber interdental Verstärkungen modellieren
- Angussfähige Metallteile (z. B. Abutments) mind. mit 0,5 mm Wachs ummanteln WAK Probleme!

## Die Materialien

Verwenden Sie nur Wachs, Kunststoffe, Isoliermittel und Oberflächenenspanner die rückstandslos verbrennen und nicht mit der Einbettmasse reagieren.

## Dimensionierung der Gusskanäle

- Einzelkanäle mit 3-4 mm Durchmesser verwenden
- Verteilerbalken 4-5 mm Durchmesser
- Versorgungskanal vom Balken zum Objekt minimum 2,5 mm Durchmesser und 3 mm lang
- Ansatz des Gusskanals ohne Einschnürung
- Voluminöseste Stelle des Gussobjektes versorgen
- An Interdentalverbindungen Steiger (1 mm) anbringen. Wachssteiger nicht bis zum Muffelboden führen.
- Massive Objekte und große Brückenglieder mit zwei Gusskanälen versorgen
- Alles abrunden, keine Kanten, Grate oder Wachsfahnen

## Ermittlung der benötigten Metallmenge

$$\frac{\text{Gewicht d. Wachsobjektes (incl. Kanäle)} \times \text{Dichte d. Legierung}}{\text{Dichte d. Wachses (0,93g/cm}^3\text{)}}$$

Beim Schleuderguss müssen Sie ca. 5 g Legierung zusätzlich für den Gusskegel hinzuaddieren.

Hinweis:  
Wenn Sie keine Verbindung der zuführenden Gusskanäle untereinander wünschen, z.B. bei weitspannigen Suprastrukturen, um Kontraktionsspannungen zu minimieren, so gilt folgende Formel:

$$\frac{\text{Gewicht d. Wachsobjektes (incl. Kanäle)} \times \text{Dichte d. Legierung}}{1,1}$$

## Positionierung der Wachsmodellation in der Muffel

Jede aufgeheizte Muffel besitzt ein Hitzezentrum, welches sich geometrisch darstellen lässt. Jedes Gussobjekt incl. Gusskanalsystem besitzt ebenfalls ein theoretisches Hitzezentrum.

Das Wachsojekt muss so positioniert werden, dass der Teil des Gussystems, der als Schmelzreservoir dient, im optimalen Hitzezentrum liegt.

Hinweis:  
Verwenden Sie zum optimalen Positionieren Ihrer Modellation einen halbierten Muffelring. Der Abstand der Ränder der Modellation sollte zum Muffelrand 5-10mm, zum Muffeldeckel 5 mm, bei gipsgebundenen Massen 10mm betragen.  
Zu viele Objekte in einer Muffel vermeiden.  
Objekt im Idealfall so ausrichten, dass die Schmelze beim Zentrifugalguss entgegen der Drehrichtung des Schleuderarms zum Objekt hin fließt (Corioliskraft).

# TEAMZIEREIS WACHSUMRECHNUNGSTABELLE

## Legierungen (nicht aufbrennfähig)

Legierung	Dichte	Wachsgewicht der Modellation in Gramm																								
		g/cm <sup>3</sup>	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
21 z <sup>8</sup>	15,4	3	7	11	14	17	20	23	26	29	32	37	40	43	46	49	52	57	60	63	66	69	72	75	80	83
23 z <sup>8</sup>	18,1	4	8	13	15	20	24	27	31	34	38	43	47	50	54	58	62	67	71	74	78	81	85	89	94	98
24 z <sup>8</sup>	15,5	3	7	11	14	17	20	23	26	29	32	37	40	43	46	49	52	57	60	63	66	69	72	75	80	83
25 z <sup>8</sup>	15,8	3	7	11	14	17	20	24	27	31	34	38	41	44	48	51	54	58	61	65	68	71	75	78	82	85
26 z <sup>8</sup>	15,6	3	7	11	14	17	20	24	27	30	34	37	40	44	47	50	54	57	60	64	67	70	74	77	81	84

## Legierungen (aufbrennfähig)

Legierung	Dichte	Wachsgewicht der Modellation in Gramm																								
		g/cm <sup>3</sup>	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
42 z <sup>8</sup>	19,0	4	8	13	17	21	25	28	32	36	40	45	49	53	57	60	64	70	74	77	81	85	89	93	98	102
43 z <sup>8</sup>	17,8	4	7	12	16	20	23	27	30	34	37	43	46	50	53	57	61	66	69	73	77	80	84	87	93	96
44 z <sup>8</sup>	18,2	5	9	14	16	21	25	28	32	35	39	44	48	51	55	59	63	68	72	75	79	82	86	90	95	99
45 z <sup>8</sup>	19,1	4	8	13	17	21	25	29	33	37	41	46	50	54	58	61	65	71	75	78	82	86	90	84	99	103
46 z <sup>8</sup>	17,0	4	7	11	15	18	22	26	29	33	37	40	44	48	51	55	58	62	66	69	73	77	80	84	88	91
47 z <sup>8</sup>	18,1	4	8	13	15	20	24	27	31	34	38	43	47	50	54	58	62	67	71	74	78	81	85	89	94	98
48 z <sup>8</sup>	16,2	4	7	11	14	17	21	24	28	31	35	38	42	45	49	52	56	59	63	66	70	73	77	80	84	87
49 z <sup>8</sup>	18,6	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100

41 z <sup>6</sup>	13,8	3	5	10	12	15	18	21	23	26	29	33	36	41	41	44	47	51	54	57	60	62	65	68	72	75
-------------------	------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

41 z <sup>4</sup>	12,0	3	5	8	11	13	16	18	20	23	25	29	31	36	36	38	41	44	47	49	52	54	56	59	62	65
-------------------	------	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BIO 41 z <sup>2</sup>	8,2	2	4	5	7	9	10	12	13	15	17	19	20	22	23	25	27	28	30	32	33	35	37	38	40	41
-----------------------	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

## Legierungen (aufbrennfähig mit niedrigschmelzenden Spezialkeramiken mit hohem WAK)

Legierung	Dichte	Wachsgewicht der Modellation in Gramm																								
		g/cm <sup>3</sup>	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
61 z <sup>8</sup>	15,7	3	6	11	14	17	20	24	27	30	33	38	41	44	47	50	53	58	61	64	68	71	74	77	82	85
62 z <sup>8</sup>	16,7	3	7	12	15	18	22	25	28	32	35	40	43	47	50	53	57	62	65	68	72	75	78	82	87	90
63 z <sup>8</sup>	16,7	3	7	12	15	18	22	25	28	32	35	40	43	47	50	53	57	62	65	68	72	75	78	82	87	90

61 z <sup>6</sup>	13,7	3	5	10	12	15	18	21	23	26	29	33	36	39	41	44	47	51	54	57	60	62	65	68	72	75
-------------------	------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

62 z <sup>6</sup>	12,7	3	5	8	10	12	15	18	20	23	25	28	30	33	36	38	40	43	46	48	50	53	57	58	61	63
-------------------	------	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

61 z <sup>4</sup>	10,6	3	5	7	9	11	14	16	18	21	23	25	27	30	32	34	36	39	41	43	46	48	50	52	55	57
-------------------	------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Werte sind gerundet.

Bitte beachten: Berechnungen sind ohne Gusskegel – wenn benötigt, 5 Gramm Legierung hinzuzurechnen!

## Härte

Dentallegierungen werden mit dem Härteverfahren nach Vickers geprüft. Eine vierseitige Diamantpyramide wird mit einer definierten Kraft/Zeit in die Oberfläche eingedrückt. Über die Oberfläche des Eindrucks wird ein Härtewert ermittelt. Bis zu einer Härte von 350 stimmt die Vickershärte mit der Brinellhärte praktisch überein. Der Härtewert einer Legierung lässt Rückschlüsse auf das Polierverhalten und die Fräsbarkeit einer Legierung zu.

## 0,2% Dehngrenze

Sie gibt die Kraft an, die erforderlich ist, um bei einem Zugstab eine bleibende Verformung von 0,2% zu erreichen. Bei großspannigen und/oder filigranen Arbeiten, vor allem beim Einstückguss, sollte der Wert im ausgehärteten Zustand möglichst hoch sein. Bei Inlaylegierungen ist eine deutlich geringere Dehngrenze erwünscht.

## Schmelzintervall

Der Bereich innerhalb dessen Grenzen eine Legierung weder flüssig noch fest ist. Für die Einstellung der Aufschmelztemperatur ist der Liquiduspunkt maßgebend. Als Faustregel gilt: Liquidustemperatur + 130°C bis 150°C = Gießtemperatur. Wichtig ist die Nacherhitzungszeit exakt einzuhalten, um zum einen ein vollständiges Aufschmelzen und die Lösung aller Legierungsbestandteile zu gewährleisten, auf der anderen Seite zu verhindern, dass Bestandteile mit hohem Dampfdruck entweichen und so die Zusammensetzung der Legierung und ihre Eigenschaften unkontrolliert verändern. Der Soliduspunkt ist unter dem Gesichtspunkt der Warmfestigkeit von Interesse, da er den thermischen Sicherheitsabstand zur Brenntemperatur der Keramik darstellt. Bei angussfähigen Legierungen gilt, dass nur Legierungen angegossen werden können, deren Gießtemperatur unter dem Solidus der angussfähigen Legierung liegt.

## EINBETTEN

### Die Muffel

- Gussmuldenformer verwenden, die zum Gießsystem passen
- Gussmuldenformer sauber halten und mit Vaseline sparsam einfetten
- 1-er und 3-er Muffeln mit einer Lage Vlies, 6-er und 9-er Muffeln mit zwei Lagen Vlies auskleiden
- Vlieseinlagen mit Vaseline fixieren und mit Vaseline versiegeln – sparsam verwenden
- Zu stark mit Wasser angefeuchtete Vlieseinlagen verändern u.U. das Pulver-Flüssigkeitsverhältnis der Einbettmasse
- Bei Verwendung von gipsgebundener Einbettmasse Vlies so einlegen, dass oben und unten ein ca. 5 mm breiter Metallrand am Muffelring sichtbar bleibt

### Die Geräte

- Anrührbecher vor dem Anmischen mit Wasser ausschwenken und ausreiben – ausgetrocknete Anrührbecher verändern das Pulver-Flüssigkeitsverhältnis der Einbettmasse
- Für jede Einbettmasse separaten Becher verwenden
- Becher für Gips oder gipsgebundene Einbettmasse nicht für phosphatgebundene Massen verwenden
- Vakuummischgerät regelmässig warten (Vakuümöl, Vakuümleistung, Dichtungen)
- Rüttler beim Befüllen nicht zu stark einstellen
- Nach dem Befüllen der Muffel Rüttler sofort abstellen und nicht nachrütteln lassen

## E-Modul

Das Elastizitätsmodul ist das Maß für die Steifigkeit eines Werkstoffes. Je niedriger das E-Modul, desto elastischer reagiert der Werkstoff. Das E-Modul ist z.B. Indikator für die Belastbarkeit einer Brücke.

## Bruchdehnung

Der Wert der Bruchdehnung ist das Maß für die Zähigkeit und Dehnbarkeit eines Stoffes. Interessant ist dieser Wert vor allem bei Inlaylegierungen. Je höher der Wert, desto besser lassen sich feine Inlayränder finieren ohne auszureissen.

## Vergüten und Weichglühen

Für den Zahntechniker interessant ist in erster Linie das Vergüten. Durch die langsame Abkühlung in der Gussform härten die meisten Legierungen aus. Die meisten Legierungen können jedoch noch zusätzlich durch eine weitere Wärmebehandlung vergütet werden. Dies ist interessant nach Lötungen, bei weitspannigen Konstruktionen oder bei individuellen, grazilen Fräsungen, die hohen Belastungen ausgesetzt sind. Nach der Aushärtung darf keine Wärmebehandlung mehr erfolgen, da sonst der Effekt rückgängig gemacht wird.

## Die Einbettmasse

- Ideal ist es, die Einbettmasse exakt abzuwiegen
- Einbettmassenflüssigkeit auf Kristallbildung kontrollieren
- Vorsicht: Überlagerte Flüssigkeit oder Flüssigkeit die eingefroren war, ist nicht mehr brauchbar
- Zum Verdünnen des Kieselsols destilliertes Wasser verwenden
- Anmischflüssigkeiten mit Spritzen dosieren (Genauigkeit)
- Große Gebinde bzw. nicht portionierte Einbettmasse ab und zu durchmischen, um eine Entmischung zu vermeiden
- Gipsgebundene Einbettmasse nur für Legierungen verwenden, bei denen die Muffel max. 700°C vorgewärmt wird
- Bei Verarbeitung von Palladium-Basis Legierungen keine graphitgebundene Einbettmasse verwenden – Gefahr der Kohlenstoffaufnahme mit Blasenbildung in der Keramik.
- Einbettmasse vor Rühren im Vakuummischgerät immer erst sorgfältig mit der Hand (20-30 sec) durchspateln

So testen Sie die Leistung Ihres Vakuummischgerätes ... Wasser bis zur maximal zulässigen Füllhöhe in den Anmischbecher geben und Vakuum ziehen lassen. Unabhängig von der Anzeige des Manometers sollte das Wasser nach 20-30 sec. perlen und bei sehr guter Vakuumleistung dann sogar leicht sprudeln.

## VORWÄRMEN UND GIESSEN

### Widerstandsbeheizte Gießgeräte

Bei elektrisch beheizten Gießgeräten regelmäßig die tatsächliche Temperatur im Tiegel kontrollieren lassen. Eine einfache Kontrolle erfolgt über die Aufschmelzzeit einer definierten Menge Neumaterial. Bei Gießgeräten mit einstellbarer Schmelztemperatur die Legierung nicht länger als die empfohlene Nacherhitzungszeit im Tiegel lassen. Auch hier kommt es zu einer Überhitzung und Schädigung der Legierung.

### Vakuum Druckguss

Beim Vakuum Druckguss kann auf einen Gusskegel verzichtet werden (Siehe auch Wachsumrechnungstabelle).

Die Wiederverwendung von bereits vergossenem Material birgt Gefahren. Dies können unkontrollierte Verschleppungen von Verschmutzungen, Oxideinschlüssen und Vermischungen sein. Altmaterial sollte vor dem Wiedervergießen umgeschmolzen und gereinigt werden. Beim erneuten Vergießen mindestens 50% Neumaterial zugeben.

Eine Überhitzung der Schmelze kann einen lunkrigen, porösen Guss mit geschädigtem Gefüge und evtl. Veränderung der Legierungszusammensetzung nach sich ziehen. Die Folgen können das Brechen von Gerüsten oder Sprünge und Blasen in der Keramik sein. Poröse, lunkrige Gussobjekte provozieren Korrosionserscheinungen, wie z.B. Belüftungselemente.

### Wir empfehlen den ausschließlichen Einsatz von Neumaterial.

Sie vermeiden das Verschleppen von Verunreinigungen, Legierungsvermischung oder Verwechslung und erhalten ein immer gleichmäßiges Aufschmelzverhalten Ihrer Legierung. Zeitraubendes Zerkleinern und Reinigen Ihrer Legierungsreste entfallen.

### Grundsätzliches

Wachs, wenn möglich, unmittelbar nach dem Abbinden austreiben. Das Austreiben des Waxes wird durch die noch feuchte Einbettmasse begünstigt und Rückstände von nicht vollständig ausgetriebenem Wachs vermieden. Einbettmasse am Muffeldeckel abtrimmen (zusätzliche Porosität) Ofen, wenn möglich, nicht mit Muffeln vollpacken. Falls doch, Muffeln vor dem Abgießen entsprechend umschichten. Einbettmassengrate im Bereich des Gussmuldenformers entfernen.

### Zeiten

- Unabhängig von den Angaben der Einbettmassenhersteller empfehlen wir eine Aufheizrate von 4-7°/min
- Bei Verwendung von Modellierkunststoff oder Kunststoffteilen empfiehlt es sich, mind. die max. Vorwärmzeiten zu nehmen
- Kunststoffe nicht zu schnell aufheizen – Rissbildung

Muffelgröße	Temperatur	1. Haltezeit	Haltezeit Endtemperatur
1er	300°C	20 min.	20 min.
3er	300°C	30 min.	30 min.
6er	300°C	45 min.	45 min.
9er	300°C	60 min.	60 min.

- Eine zweite Haltezeit kann bei 580°C eingebaut werden
- Bei stark gefülltem Ofen kann es nötig sein, die Vorwärmzeiten zu verlängern und Muffeln, die im Bereich der Ofentür positioniert waren, vor dem Abguss umzuschichten
- Gussverzugszeiten: Eine Muffel mit 900°C Kerntemperatur hat beim Herausnehmen aus dem Ofen diese Kerntemperaturen: nach 10s ca. 895°C, nach 20s ca. 890°C, nach 40s 880°C

### Hochfrequenz Gießgeräte

Bedenken Sie bitte, dass Hochfrequenzgeräte eine sehr hohe Leistungsabgabe besitzen. Das Aufschmelzen von kleinen Legierungsmengen (<10gr.) sollte, wenn möglich, vermieden werden. Unbedingt die Nacherhitzungszeiten einhalten und die Legierung nicht kochen.

### Vertrauen ist gut ...

eine regelmässige Kontrolle der Gießgeräte ist jedoch besser. Bei Zentrifugalgießanlagen, die mit Federaufzug arbeiten, kann die Spannung über die Jahre nachlassen. Beim Vakuumdruckguss in regelmässigen Abständen die Vakuumpumpe warten und die Druckbeaufschlagung kontrollieren.

### Vorwärmpfen

- Je nach Konstruktion, besitzen die Vorwärmpfen unterschiedliche Wärmezonen. Innerhalb der Ofenkammer können die vorhandenen Temperaturen bis zu 100°C schwanken
- Ideal ist die Verwendung von vierseitig beheizten Öfen mit Umluft
- Vorwärmpfen in regelmäßigen Abständen kalibrieren

### Tiegel

- Verwenden Sie für jede Legierung einen eigenen Tiegel oder Schmelzmulde
- Keramiktiegel und Mulden vor dem ersten Einsatz mit Schmelzpulver ausglasieren
- Schmelzpulver bei Keramiktiegel sparsam einsetzen – Abnutzung der Tiegel und Mulden
- Abgenutzte, aufgerauhte Keramiktiegel und Schmelzmulden und stark abgebrannte, bröselige Graphittiegel nicht mehr verwenden
- Tiegel und Mulden mit eingebrannten Legierungsresten, Oxidschlacken und starken Rückständen von Schmelzpulver entsorgen (Gekrätztonne)
- Keramiktiegel und Mulden im Ofen mit vorwärmen – längere Standzeit
- Palladium-Basis und NEM Legierungen nicht in Graphittiegeln aufschmelzen – Gefahr der Kohlenstoffschädigung
- NEM ausschließlich in Tiegeln oder Mulden aus Keramikmasse aufschmelzen. Tiegel und Mulden nicht ausglasieren!

# LÖTEN, LASERN, KLEBEN

## LÖTEN

### Grundsätzliches

- Verwenden Sie zu jeder Legierung das dafür empfohlene Lot
- Lötflächen müssen sauber, metallisch blank, oxid- und fettfrei sein
- Oberflächen mit feinverzahnten Hartmetallfräsen fein anrauen und/oder Strahlen mit 50µm Aluoxid, Lötflächen dürfen nicht grob aufgeraut oder zerklüftet sein, gummierte oder polierte Oberflächen sind kontraindiziert
- Lunkrige, poröse Lötstellen haben in der Mundhöhle nichts verloren – Gefahr von Korrosion und Bruch

### Löten mit Lötblock – Allgemeines

- Lötblock so klein wie möglich gestalten
- Nach Entfernen der Fixierung Lötstelle sorgfältig abdampfen oder mit kochendem Wasser abbrühen – anschließend auf die noch warme aber trockene Stelle sofort Flussmittel auftragen
- Lötblock bei Flammenlötlungen im Vorwärmofen auf 600°C vorwärmen, um eine optimale Wärmeverteilung zu erhalten

### Geplante Lötlungen – Ofenlötlungen von Keramikbrücken

- Bei Verbindungslötlungen von hochpalladiumhaltigen, silberfreien und goldreduzierten Aufbrennlegierungen empfehlen wir das Vorschwemmen mit einem hochschmelzenden vor dem Brand Lot
- Bei keramisch verblendeten Brücken die Keramik im zervikalen Bereich vor dem Einbetten in die Lötsteinbettemasse mit Wachs abdecken, damit keine Kontaktierung stattfindet
- Bei einer Ofenlötlung Lötblock ebenfalls außerhalb des Keramikofens vorwärmen – die Wicklung des Keramikofens wird geschont (Dämpfe)
- Die Temperatur des Keramikofens mindestens 50°C über der Arbeitstemperatur des Lotes wählen
- Wir empfehlen eine Haltezeit auf Arbeitstemperatur von 3-5 min

### Geplante Lötlungen

- Lötflächen in der Modellation großflächig planen und anlegen
- Bei Lötstellen, die für eine Ofenlötlung nach dem Brand vorgesehen sind, Modellation so konstruieren, dass ein Kontakt von flüssigem Lot und Keramik ausgeschlossen wird
- Der ideale Lötspalt hat eine Breite von 0,05-0,2mm, breite Spalte neigen zur Lunkerbildung oder Porositäten durch Flussmitteleinschluss
- Lötlungen im interdentalen Bereich vermeiden – ideal ist es die Lötfläche z.B. diagonal durch ein Brückenglied anzulegen
- Überprüfen Sie die Breite des Lötspaltes mit einer handelsüblichen Fühlerlehre
- Bei Lötlungen von EM Kronen an NEM Modellgussgerüste empfehlen wir das Vorschwemmen der NEM Legierung mit einem Erstlot
- Punktuell Überhitzen vermeiden
- Nach dem Schmelzen des Lotes einige Sekunden nachwärmen (Diffusion)

### Ungeplante Lötlungen

- V-förmig angelegte, ungleichmäßige Lötspalte parallelisieren und, wenn nötig, die Breite mit Legierungsscheibchen auffüllen.
- Brückentrennungen, wenn möglich, diagonal durch ein Brückenglied durchführen, um eine möglichst große Lötfläche zu erhalten

## Flussmittel

Wir unterscheiden Flussmittel für Lötlungen von EM an NEM bzw. NEM an NEM Legierungen und Flussmittel, die ausschließlich für Lötlungen von EM an EM Legierungen konzipiert sind.

Objekte nach dem Löten immer absäuern.

## LASERN

### Hinweis:

Beachten Sie die Empfehlungen Ihres Laserherstellers bzgl. der einzustellenden Geräteparameter. Lasern erfordert Übung und viel Erfahrung um spannungsfreie, korrosionsfeste Verbindungen herzustellen. Deshalb können hier nur grundsätzliche Dinge genannt werden. 3 Parameter bestimmen grundsätzlich die Einstellung des Lasers:

1. Der Reflexionsgrad des Werkstückes – gelbe Legierungen reflektieren stärker als silberfarbene und benötigen deshalb mehr Energie
2. Die Eindringtiefe des Laserstrahles hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Metalles ab. Gute Wärmeleiter, wie z. B. hochgoldhaltige Legierungen benötigen mehr Energie, da ein größerer Wärmeverlust innerhalb des Werkstückes auftritt
3. Schmelzintervall
  - Die Oberflächenbeschaffenheit – Oberflächen mattieren (z.B. Strahlen), polierte Flächen haben einen hohen Reflexionsgrad
  - Die Materialstärke – die gewünschte Eindringtiefe wird durch die Pulsdauer und den Focus, bei gleicher Leistung, beeinflusst
  - Beim Schweißen von bereits gelöteten Nähten, muss das Lot vorher vollständig entfernt werden
  - Bei CoCrMo-Legierungen mit großem Focus und hoher Pulsdauer arbeiten, damit ein großes Schmelzvolumen entsteht. Da diese Legierungen sehr schnell erstarren, wird dadurch einer zu schnellen Erstarrung mit Rissbildung vorgebeugt
  - Schweißfugen so schmal als möglich halten, zu breite Fugen vor dem Lasern durch Materialergänzung an einem der Teilstücke verschmälern, evtl. zentral kontaktieren
  - Bei Verbindungsschweißungen diagonal und versetzt lasern, um Verzüge zu vermeiden
  - Verwenden Sie Laserdrähte oder fertigen Sie sich artgleiches Zusatzmaterial durch Gießen von Wachsdrähten selbst an
  - Pd-Basis Legierungen nicht mit CoCrMo Legierungen verschweißen, da sich in der Naht spröde, intermetallische Phasen bilden

## KLEBEN

Das Verbinden von Teilen, insbesondere in der Kombinationstechnik oder Implantatarbeiten, durch Kleben hat entscheidende Vorteile:

- Kleben ist eine ideale Möglichkeit spannungsfrei Teile zu verbinden
- Verzüge sind bei sachgerechtem Arbeiten ausgeschlossen
- Verkleben ist auf dem Meistermodell möglich
- Verklebungen sind einfach und schnell rückgängig zu machen
- Durch das Kleben erfahren die Metallobjekte keine unkontrollierten Wärmebehandlungen
- Der Behandler hat die Möglichkeit auf dem Original, sprich in situ, die Arbeit zu verbinden
- Zu verklebende Teile müssen sauber, fettfrei, trocken und durch Strahlen optimal aufgeraut sein. Für EM-Legierungen empfehlen wir eine Körnung von 125µm bei 2-3 bar Druck, für NEM-Legierungen eine Körnung von 250µm bei einem Druck von 4 bar
- Teile vor dem Konditionieren und Verkleben sorgfältig mit Aceton entfetten
- Zu verklebende Metalloberflächen konditionieren z.B. Silanisierung
- Als zusätzliche Sicherheit bietet sich die Konstruktion einer Klebeverbindung mit zusätzlicher Versplintung an
- Teile niemals aneinander sondern ineinander kleben
- Klebespalte sollten 0,1-0,2 mm breit sein

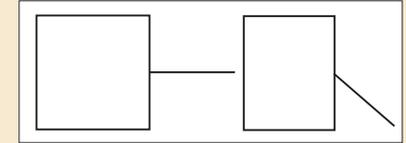
# KERAMIKVERBLENDUNG

## Warmfestigkeitsparameter – der Einflussfaktor Legierung

Um einen Maßstab für die Hochtemperaturstabilität einer Legierung zu bekommen wird ein einfacher aber aussagekräftiger Test durchgeführt. Dieser Test erlaubt Ihnen, den Widerstand der einzelnen Legierungen gegenüber Verzügen beim Keramikbrand zu beurteilen. Nach zahntechnischen Richtlinien hergestellte Plättchen mit einer Länge von 25 mm, einer Breite von 2,5 mm und einer Stärke von 0,5 mm werden in einen Keramikstempel in der Höhe eingespannt, in der sich die Interdentalverbindung einer Brücke beim Keramikbrand befindet und festgelegten Brennzyklen, entsprechend den für die jeweilige Legierungsgruppe verwendbaren Keramikmassen unterworfen (siehe Skizze) und die Verformung des Plättchens in Prozent angegeben. Anmerkung: Die Stelle, an der das Plättchen aus dem Keramikstempel herausragt befindet sich, im Gegensatz zu den Interdentalverbindungen einer großen Brücke immer im thermischen Idealbereich. Bei einem realen Objekt kann sich dieser Parameter derart ändern, dass sich die Verbindungsstelle in einer etwas heißeren Zone befindet. Zusätzlich kann ein überschießender Ofen in erheblichem Maße zur Durchbiegung des Objektes beitragen. Die bei uns gemessenen Werte stellen Mittelwerte dar, die in erster Linie zum Vergleich der Legierungen untereinander dienen.

## Warmfestigkeitsparameter – der Einflussfaktor Keramik

Bedenken Sie bitte, dass die Schrumpfung der Keramikmasse, neben dem Eigengewicht der Konstruktion, insbesondere bei sehr großen, gebogenen Gerüsten einen erheblichen Anteil zur Verformung der Konstruktion beiträgt. Sorgen Sie deshalb für eine optimale Abstützung und separieren Sie die Keramik interdental beim ersten Brand bis auf die Grundmasse.



## Ausbetten

- Muffeln langsam auf Raumtemperatur abkühlen lassen – nicht abschrecken
- Zum staubarmen Ausbetten vorher wässern – Quarzstaub
- Nicht mit dem Hammer auf den Gusskegel schlagen!
- Objekt nach dem Abstrahlen evtl. absäuern

## Oxidieren

Wir empfehlen in jedem Fall eine Oxidation der Gerüste vor der keramischen Verblendung. Sie dient der visuellen Kontrolle der Oberflächen- und Gussqualität des Werkstückes auf Poren, fleckige Oxide und Flussmittlrückstände (nochmaliges Überarbeiten wird empfohlen) und stellt einen Reinigungsbrand für eventuelle Verunreinigungen dar. Oxidieren Sie 5 min bei der Temperatur des ersten Keramikbrandes (Waschbrand). Bestimmte Legierungen, z.B. zinkhaltige, müssen abgesäuert werden. Wir empfehlen einen zweiten Strahlvorgang vor dem Waschbrand, da dieser nachweisbar eine zusätzliche Steigerung des Haftverbundes bewirkt.

## Absäuern nach dem Oxidieren

Beim Oxidieren von Aufbrennlegierungen entstehen Oxide, die unter anderem als Haftvermittler für die Grundmasse dienen. Bei manchen Legierungen wird ein Absäuern dieser Oxide nach dem Oxidationsbrand empfohlen.

### Dies hat drei Gründe:

1. Bei sogenannten Universallegierungen mit Kupfer- und Indiumanteilen soll dadurch eine „Nachveredelung“ der Gerüstoberfläche und eine optimale Entfernung der sehr dunklen Oxide insbesondere an den Stellen erreicht werden, an denen ein Strahlvorgang unerwünscht bzw. nicht möglich ist.
2. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, dass es durch den Einsatz von Pastenopakern auf zinkhaltigen Legierungen, nahezu alle Universallegierungen und die Pd-Cu freien Aufbrennlegierungen für Keramiken mit niedrigem WAK gehören dazu, verbreitet zu Bläschenbildungen im Opaker kommen kann. Die optimalste Entfernung des relativ starken, aber nicht aufragenden Zinkoxides, ist durch Absäuern mit sauberen, schwach, schwefligen Säuren (z.B. Neacid) möglich und nötig, um eine Koppelreaktion mit dem Pastenopaker und den darin enthaltenen, schwer trocknenden Lösungsmitteln sicher zu vermeiden. Ein sorgfältiges Abdampfen der Gerüstoberfläche aus geringer Entfernung ist wichtig, um Säurereste optimal zu entfernen.
3. Nach Fertigstellung der keramischen Verblendung grundsätzlich Oxide durch Absäuern (15 min) oder mechanisch entfernen.

## Verblenden mit Composites

Konditionieren Sie das Metallgerüst mit dem Angaben des Kunststoffherstellers.

## Politur

- Grundsätzlich vorgummieren, um das Einpolieren von Oxidschleiern zu verhindern
- Gelbe, hochgoldhaltige und weiche Legierungen mit geringem Anpressdruck, kreisend und mit geringer Drehzahl polieren (Im Handstück mit 8-10000 U/min). Poliermittel sparsam einsetzen
- Die Polierbürsten müssen der Härte der Legierung entsprechen. Für weichere Legierungen Ziegenhaarbürsten, Lederschwabel oder bei Politur im Handstück weiche Bürstchen (z.B. Robinson) verwenden

# GRUNDSÄTZLICHES

Legierungen sind durch Mehrfachverguss Veränderungen unterworfen. Diese wirken sich auf das Gefüge und die Zusammensetzung aus. Im Folgenden haben wir eine Pd-Cu-freie hochgoldhaltige Aufbrennlegierung unter gleichbleibenden Bedingungen vergossen:

Serie A  
Güsse mit Neumaterial

Serie B  
Gussserie 1-10 mit 60% Altmaterial und 40% Neumaterial (Altmaterial jeweils vom letzten Guss)

Serie C  
Gussserie 1-10 nur Altmaterial (Kegel immer wieder vergossen)



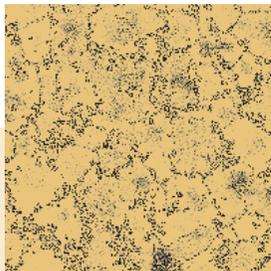
### LABORSITUATION

Langjährige Erfahrung in der technischen Beratung und die Auswertung von Reklamationen zeichnen folgendes Bild:

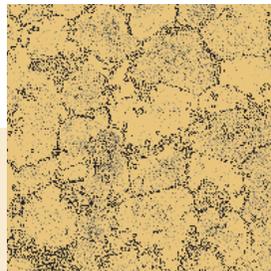
Die realen Bedingungen in der täglichen Praxis bergen ein wesentlich höheres Gefahrenpotential für Mängel an Werkstücken, wie dies unter Testbedingungen der Fall ist.

Die Gefahr von Verschleppungen durch schadhafte Material, z.B. aufgrund Überhitzung der Legierung, Verunreinigungen durch Einbettmasse oder Tiegelnrückstände sowie Poren und Lunker, ist im Alltag relativ groß.

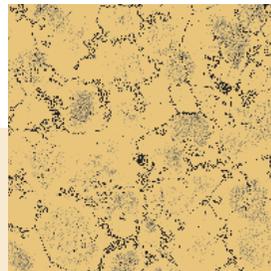
Von Vermischungen oder Verwechslungen ganz abgesehen. Da selbst unter optimalen Bedingungen Veränderungen am Werkstück erkennbar sind, sollte der Einmalverguss als Sicherheitsmaximierung genutzt werden.



650 fach



650 fach



650 fach

1. Guss  
100% Neumaterial

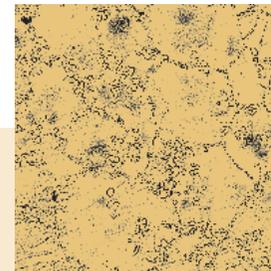
aus Serie A  
Das Gefüge ist feinkörnig mit kleinen, gleichmäßig verteilten Ausscheidungen entlang der Korngrenzen.

1. Guss  
60% Altmaterial  
40% Neumaterial  
Aus Serie B

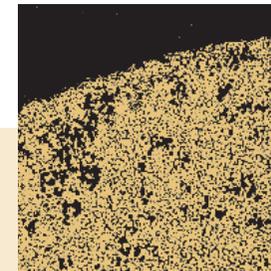
Bereits jetzt deutliche Zunahme der Korngrößen, einhergehend mit einer Abnahme der Ausscheidungen entlang der Korngrenzen.

5. Guss  
60% Altmaterial  
40% Neumaterial  
aus Serie B

Erneut zeigt sich eine Kornvergrößerung gegenüber Bild 2. Insgesamt nicht so stark strukturiert, erneuter Rückgang der Ausscheidungen entlang der Korngrenzen. Zunahme von Poren und Einschlüssen.



650 fach



50 fach



Makro

5. Guss  
100% Altmaterial

Aus Serie C  
Gussgefüge zerrüttet. Metall schmiert bei der Schliifferstellung (grünliche Schlieren) grobkörnig. Mechanische Werte deutlich unter Normalwert (z. B. Härte ca. 30 - 40%).

5. Guss, Krone  
100% Altmaterial

Aus Serie C  
Zusätzlich zum Absinken der mechanischen Werte erhöhtes Risiko von Lunkerbildung an kritischen Objekten gegenüber Güssen mit Neumaterial. Nährboden für Belüftungselemente und Verfärbungen.