

# Tungsten Products

---

Metal Types

Raw Materials

Formed Parts

Chemical  
Properties

Physical  
Properties

Conversion  
Tables

Spools

**OSRAM**

---



# Tungsten products

## Tungsten

---

Tungsten has the highest melting point of any metal (3633 k) which makes possible its use for the manufacture of lighting filaments.

For decades OSRAM has been using tungsten for the manufacture of high-quality incandescent filaments and possesses a rich store of knowledge and experience in this field.

Tungsten oxide is chemically prepared from tungsten ore in a sequence of purifying steps. Tungsten powder is finally obtained by reducing the oxide with hydrogen.

The tungsten powder consists of particles with an average size of 3  $\mu\text{m}$ . This powder is compressed into rods, the green density of which is approx. 70% of the finished density. Some of the pores disappear during the sintering process. Sintering is done by electrical heating the tungsten powder rod during this process the rod reaches approx. 90% of the theoretical density.

During the ensuing rolling and swaging processes the tungsten reaches its theoretical density and becomes sufficiently ductile and malleable to be drawn into wire. The tungsten is heated during the various processes in order to improve the mechanical properties.

In incandescent lamps, tungsten is subjected to temperatures which are far above its recrystallization temperature. This requires a crystal structure with only a few long interlocked crystals. This structure is achieved by the addition of potassium which influences the formation of the desired grains. Without this additive, small equi-axed crystals would result.

Throughout the manufacturing process each phase is subjected to systematic and rigid quality control in order to guarantee products of a uniformly high-standard.

The products can be supplied from each stage of manufacture, e.g.:

Tungstate (Calcium-Tungstate) as fluorescent material

Fine or coarse-grained powder for the manufacture of alloys and tungsten carbide

Sintered rods

Swaged rods and products made therefrom, e.g. straightened and ground rods, pins, etc.

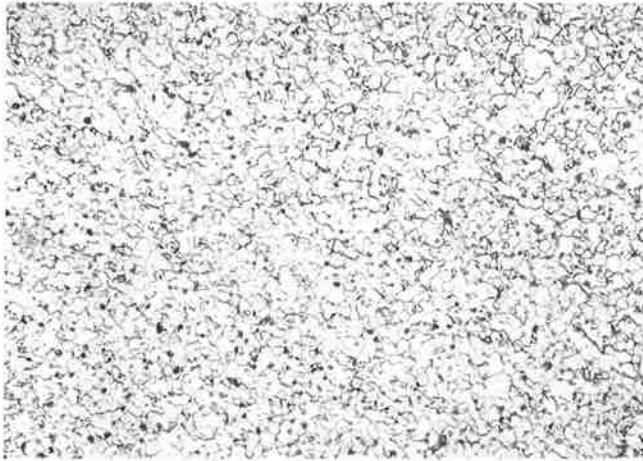
Drawn wire

Filaments.

# Tungsten products

## Tungsten micrographs

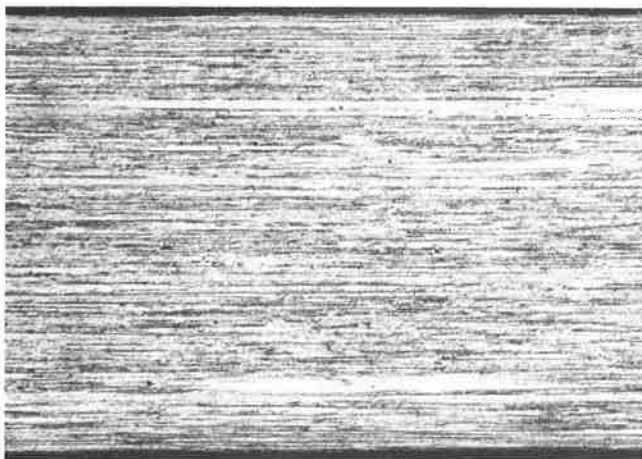
---



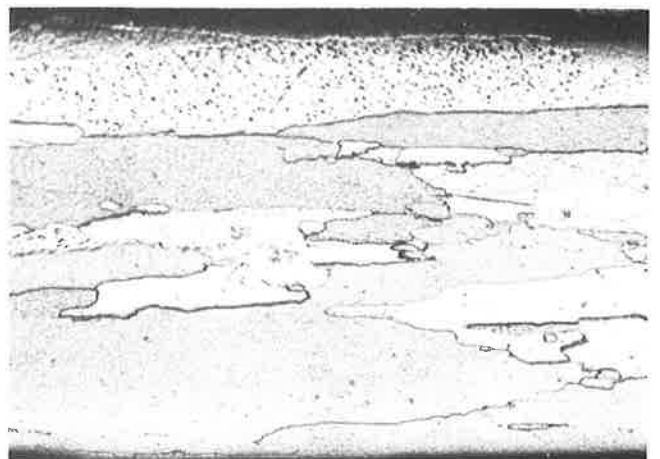
Tungsten sintered rod  
Magnification approx. 200x



BSD Tungsten swaged rod 4 mm  $\varnothing$   
Magnification approx. 45x



BSD Tungsten wire 0,5 mm  $\varnothing$   
Magnification approx. 120x



BSD Tungsten wire 0,5 mm  $\varnothing$   
recrystallized structure  
Magnification approx. 120x

# Tungsten products

## Summary of various types

- A BSD-A Tungsten**  
For general application, preferably in the manufacture of electric lamps and furnaces.  
Purity better than 99,9 %, doped with potassium, aluminium and silicon.
- L BSD-L Tungsten**  
For more demanding conditions in the electric lamp industry.  
Purity better than 99,9 %, doped with potassium, aluminium and silicon.  
In order to satisfy these conditions, BSD-L material distinguished itself by certain characteristics which are guaranteed by special quality-controls.
- R BSD-R Tungsten**  
For more demanding conditions in the electric lamp industry.  
Purity better than 99,9 %, doped with potassium, aluminium and silicon.  
On account of special quality-controls a material is selected with an especially long-crystalline structure after recrystallization.
- H BSD-H Tungsten**  
For more demanding conditions in the electric lamp industry.  
Purity better than 99,9 %, doped with potassium, aluminium and silicon.  
BSD-H is particularly suitable for use in tungsten-halogen lamps.
- K K Tungsten**  
Application: formed parts e.g., electrodes, wires, rods, pins, plates, discs etc.  
Purity better than 99,9 % . No additives.  
After recrystallization K tungsten shows a small equi-axed structure.
- G7 G7 Tungsten**  
Used by the electric lamp industry for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses and in the construction of high-temperature furnaces as well as for welding electrodes.  
G7 contains approx. 7‰ thoria.  
The thoria causes dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature.  
It also improves the emission of electrons.
- G18 G18 Tungsten**  
Used by the electric lamp industry as well as in welding electrodes for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses.  
G18 contains approx. 18‰ thoria.  
The thoria causes dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature.  
It also improves the emission of electrons.
- G30 G30 Tungsten**  
Used by the electric lamp industry as well as in welding electrodes for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses.  
G30 contains approx. 30‰ thoria.  
The thoria causes dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature.  
It also improves the emission of electrons.

Types and modes of supply of the various metals are shown on the following pages.

# Tungsten products

## Types

Form	Diameter	Tolerance	Mode of supply
<b>BSD-A Tungsten</b>			
For general use in the electric lamp industry, Purity is better than 99,9%, doped with potassium, aluminium and silicon.			
Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 2,5 mm	$\pm 0,25$ mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	$\pm 0,16$ mm	production lengths
	< 11,0 - 2,5 mm	$\pm 0,10$ mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 2,5 mm	$\pm 0,10$ mm	production lengths
Wire black	2,5 - 1,5 mm	$\pm 1,5$ %	coil $\varnothing$ approx. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	$\pm 1,5$ %	coil $\varnothing$ approx. 750 mm
Wire black or clean	1,2 - 0,45 mm	$\pm 1,5$ %	coil $\varnothing$ approx. 300 mm
	< 0,45- 0,20 mm	$\pm 1,5$ %	spool B 6
Wire black or clean	0,80- 0,20 mm	$\pm 1,5$ %	reel F 6
Fine wire black or clean	< 120 - 2 mg/200 mm	$\pm 3$ %	spool B 6
	< 2 - 1 mg/200 mm	$\pm 3$ %	spool F 1



# Tungsten products

## Types

Form	Diameter	Tolerance	Mode of supply
<b>BSD-L Tungsten</b>			
For more demanding conditions in the electric lamp industry. Purity is better than 99,9%, doped with potassium, aluminium and silicon.			
In order to satisfy the conditions, the BSD-L material distinguishes itself by certain characteristics which are guaranteed by special quality controls.			
Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 2,5 mm	$\pm 0,25$ mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	$\pm 0,16$ mm	production lengths
	< 11,0 - 2,5 mm	$\pm 0,10$ mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 2,5 mm	$\pm 0,10$ mm	production lengths
Wire black	2,5 - 1,5 mm	$\pm 0,75$ %	coil $\varnothing$ approx. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	$\pm 0,75$ %	coil $\varnothing$ approx. 750 mm
Wire	1,2 - 0,45 mm	$\pm 0,75$ %	coil $\varnothing$ approx. 300 mm
black or clean	< 0,45- 0,20 mm	$\pm 0,75$ %	spool B 6
Wire black or clean	0,80- 0,20 mm	$\pm 0,75$ %	reel F 6
Fine wire black or clean	< 120 - 2 mg/200 mm	$\pm 1,5$ % <sup>1)</sup>	spool B 6
Fine wire black or clean	< 2 - 1 mg/200 mm	$\pm 1,5$ % <sup>1)</sup>	spool F 1
Fine wire black	1 - 0,4 mg/200 mm	$\pm 0,015$ mg/ 200 mm <sup>2)</sup>	spool F 1
Fine wire clean	1 - 0,2 mg/200 mm	$\pm 0,015$ mg/ 200 mm <sup>2)</sup>	spool F 1

Special requests, e.g. for stress free or annealed material will be considered upon receipt of your request.

<sup>1)</sup> Dimensions < 120 mg/200 mm are available upon request also with a diameter tolerance of  $\pm 0,75$  % (mg/200 mm).

<sup>2)</sup> Dimensions < 1 mg/200 mm are available upon request also with a tolerance of  $\pm 0,008$  mg/200 mm.

# Tungsten products

## Types

Form	Diameter	Tolerance	Mode of supply
<b>BSD-R Tungsten</b>			
For more demanding conditions in the electric lamp industry. Purity is better than 99,9%, doped with potassium, aluminium and silicon.			
On account of special quality-controls a material is selected with an especially long-crystalline structure after its recrystallization.			
Fine wire black or clean	10-2 mg/200 mm	$\pm 1,5\%$ <sup>1)</sup>	spool B 6
Fine wire black or clean	< 2-1 mg/200 mm	$\pm 1,5\%$ <sup>1)</sup>	spool F 1
Fine wire black	1-0,4 mg/200 mm	$\pm 0,015$ mg/ 200 mm <sup>2)</sup>	spool F 1
Fine wire clean	1-0,2 mg/200 mm	$\pm 0,015$ mg/ 200 mm <sup>2)</sup>	spool F 1

Special requests, e.g. for stress free material will be considered upon receipt of your request.

<sup>1)</sup> Dimensions of 1-10 mg/200 mm are available upon request also with a diameter tolerance of  $\pm 0,75\%$  (mg/200 mm).

<sup>2)</sup> Dimensions < 1 mg/200 mm are available upon request also with a tolerance of  $\pm 0,008$  mg/200 mm.

## BSD-H Tungsten

For more demanding conditions in the electric lamp industry.  
Purity is better than 99,9%, doped with potassium, aluminium and silicon.

BSD-H is particularly suitable for use in tungsten-halogen lamps.

Wire	1,2 -0,45 mm	$\pm 0,75\%$	coil $\varnothing$ approx. 300 mm
black or clean	< 0,45-0,20 mm	$\pm 0,75\%$	spool B 6
Wire black or clean	0,80-0,20 mm	$\pm 0,75\%$	reel F 6
Fine wire black or clean	< 120-2 mg/200 mm	$\pm 1,5\%$ <sup>1)</sup>	spool B 6

Special requests, e.g. for stress free material will be considered upon receipt of your request.

<sup>1)</sup> Dimensions < 120 mg/200 mm are available upon request also with a diameter tolerance of  $\pm 0,75\%$  (mg/200 mm).



# Tungsten products

## Types

Form	Diameter	Tolerance	Mode of supply
<b>K Tungsten</b>			
Application : formed parts, e.g., electrodes, wires, rods, pins, plates, discs, etc. Purity is better than 99,9%, no additives.			
After recrystallization K tungsten shows small equi-axed structure.			
Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 2,5 mm	± 0,25 mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	production lengths
	< 11,0 - 2,5 mm	± 0,10 mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 2,5	± 0,10 mm	production lengths
Wire black	2,5 - 1,5 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 750 mm
Wire black or clean	1,2 - 0,45 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 300 mm
	< 0,45- 0,30 mm	± 0,75 %	spool B 6
Wire black or clean	0,80- 0,30 mm	± 0,75 %	reel F 6

Special requests, e.g. for different tolerances, will be considered upon receipt of your request.

## G7 Tungsten

Used by the electric lamp industry and in the construction of high-temperature furnaces as well as welding electrodes for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses. G7 contains 7‰ thoria.

The thoria causes dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature. It also improves the emission of electrons.

Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 2,5 mm	± 0,25 mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	production lengths
	< 11,0 - 2,5 mm	± 0,10 mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 2,5 mm	± 0,10 mm	production lengths
Wire black	2,5 - 1,5 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 750 mm
Wire black or clean	1,2 - 0,4 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 300 mm
Wire black or clean	0,80- 0,4 mm	± 0,75 %	reel F 6

Special requests, e.g. for different tolerances, will be considered upon receipt of your request.

# Tungsten products

## Types

Form	Diameter	Tolerance	Mode of supply
<b>G18 Tungsten</b>			
Used by the electric lamp industry for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses as well as in welding electrodes. G 18 contains approx. 18 ‰ thoria.			
The thoria causes a dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature. It also improves the emission of electrons.			
Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 2,5 mm	± 0,25 mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	production lengths
	< 11,0 - 2,5 mm	± 0,10 mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 2,5 mm	± 0,10 mm	production lengths
Wire black	2,5 - 1,5 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 750 mm
Wire black or clean	1,2 - 0,70 mm	± 0,75 %	coil Ø approx. 300 mm
Wire black or clean	0,80- 0,70 mm	± 0,75 %	reel F 6
Special requests, e.g. for different tolerances, will be considered upon receipt of your request.			

## G30 Tungsten

Used by the electric lamp industry as well as in welding electrodes for those parts which are subjected to high thermal and mechanical stresses. G 30 contains approx. 30 ‰ thoria.

The thoria causes a dispersion hardening as well as a higher recrystallization temperature. It also improves the emission of electrons.

Sintered rod	dimensions upon application		production lengths
Rolled rod	dimensions upon application		production lengths
Swaged rod	14,0 - 3,0 mm	± 0,25 mm	production lengths
Smooth-swaged	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	production lengths
	< 11,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	production lengths
Swaged rod straightened	7,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	production lengths

Special requests, e.g. for different tolerances, will be considered upon receipt of your request.

# Tungsten products

## Raw Materials

### Ammonium para tungstate

White crystals

Formula:  $5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{WO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Loss through annealing approx. 11%

Impurity:  $\leq 0,02\%$

e.g.  $< 0,02\%$  Mo,  $< 0,02\%$  Fe and traces of ceramic oxides ( $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )

### Tungsten powder KD

Average particle size 4,8-5,4  $\mu\text{m}$  (Fisher-sss-value)

Purity: contains  $\leq 0,05\%$   $\text{O}_2$   
 $\leq 0,02\%$  Fe  
 $\leq 0,02\%$  Ni  
 $\leq 0,05\%$  Mo

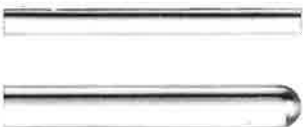
### Tungsten powder KS

Average particle size 2,8-3,2  $\mu\text{m}$  (Fisher-sss-value)

Purity: contains  $\leq 0,05\%$   $\text{O}_2$   
 $\leq 0,02\%$  Fe  
 $\leq 0,02\%$  Ni  
 $\leq 0,05\%$  Mo

# Tungsten products

## Formed parts



### Application

Components for electric lamps.  
 Filaments for electric heaters and vaporization plants.  
 Components for radio, TV and X-ray tubes.  
 Sealing material for lead-in wires in hard glass.  
 Heating coils for high-temperature furnaces (vacuum and protective atmosphere furnaces).  
 Contact breakers for combustion engines in motorcars.  
 Contacts for heavy duty switches and relays.  
 Welding electrodes for different processes.  
 Printing needles.  
 Electrodes for high- and low-pressure lamps.  
 Various shaped articles for temperature up to 2500°C (vacuum or protective atmosphere furnaces).  
 Various shaped articles for the manufacture of semi-conductors.

### Product range

Rods and pins - rolled, swaged and drawn - in the following conditions: not cleaned, cleaned, black, straightened, ground or as-manufactured 0,30 - 30,00 mm Ø; larger diameters upon request.

Formed wires and rods, e.g. pins, plates, contacts, discs, rings, heaters, spirals, heater coils, hooks, screws, rivets, nuts etc. upon request.

### Tolerances on diameter for rods and pins:

Diameter in mm	Tolerances not ground (drawn or swaged)	Tolerances ground in mm
0,30- 0,60	± 0,75 % drawn	± 0,02
0,70- 2,50	± 0,75 % drawn	± 0,03
2,60-10,90	± 0,10 mm swaged	± 0,03
11,00-12,00	± 0,16 mm swaged	± 0,03
12,10-14,90	± 0,16 mm swaged	± 0,04
15,00-19,90	± 0,20 mm swaged	± 0,05
20,00-30,00	± 0,30 mm swaged	± 0,08

Smaller tolerances upon request.

### Tolerances on length for rods and pins:

The normal tolerance for rods cut to length is ± 1,0 mm up to a maximum length of 1200 mm, for cut pins (i.e. with a length of less than 200 mm) it is ± 0,3 mm.

Smaller tolerances upon request.

# Tungsten products

## Chemical properties of tungsten

### Ambient gases, vapours and substances

Ambient gases, vapours and substances:	Chemical reaction on solid metal:
Hydrogen	No reaction up to the highest temperatures.
Shielding gas ( $H_2 + N_2$ )	No reaction up to the highest temperatures.
Nitrogen	No reaction, superficial oxidation starts at red heat due to traces of oxygen.
Oxygen or air	Above 500°C oxidation. At higher temperatures combustion and sublimation of $WO_3$ .
Oxidizing gases or vapours, e.g. steam, carbon dioxide, nitrogen dioxide	No reaction up to red heat. Then — as a result of dissociation — oxidation and sublimation of the formed oxides, starting with carbon dioxide at 1200°C.
Ammonia	In moisture state it affects polished tungsten parts. At high temperatures it thermally dissociates and acts as a protective gas and produces no reaction.
Sulphur, sulphur containing gases or vapours	Surface reaction to form sulphide at red heat.
Halogens and halogen compounds	At room temperature slight reaction. Above 300°C brisker reaction, especially with chlorine, weaker with bromine. The produced halogenides evaporate immediately after being formed.
Carbon black	Brisk production of WC, or $W_2C$ at 1200°C and higher. At this temperature tungsten embrittles. Hydrogen decarbonizes it again at approx. 2000°C, moist hydrogen at 1050°C.
Graphite	Slow carburization and embrittlement up to 1200°C even for long periods. Above that temperature brisker. Reaction decarburization as with carbon black.
Hydrocarbons and organic compounds	The higher the carbon content, the lower the temperature at which carbonization begins (under 1000°C). Oils, acetylene and benzene, therefore, react more than methane. With moist hydrogen the brittle carbide coat can be removed at moderate to high temperatures, provided the coating is not too thick.
Oxides of carbon	No reaction at room temperature. Above 1000°C slight carbonization. In the presence of $H_2$ and $H_2O$ water gas is produced so that oxidation prevails and carbonization recedes.
Phosphorus	At low concentrations at red heat, the reaction is low, brisker reaction with higher concentrations. Generally unimportant, since phosphorus evaporates below red heat.

# Tungsten products

## Chemical properties of tungsten

### Acids, alkalies, molten materials

Type of acids and alkalies:	Chemical reaction on solid metal:		
Hydrochloric acid	concentrated or diluted	cold: warm:	no reaction slight reaction, increasing after long periods
Sulphuric acid	concentrated or diluted	cold: warm:	no reaction slight to moderate reaction
Nitric acid	concentrated	cold: warm:	marked reaction moderate reaction
	diluted	cold: warm:	hardly any reaction slight reaction
Nitric acid + hydrochloric acid (aqua regia)		cold: warm:	moderate reaction strong reaction, gradually dissolving
Hydrofluoric acid		cold: warm:	hardly any reaction noticeable reaction
Hydrofluoric acid + nitric acid		cold: warm:	strong reaction very strong reaction with brisk dissolution
Phosphoric acid		cold: warm:	distinct corrosion distinct corrosion
Caustic soda, caustic potash, ammonia		cold:	reaction hardly noticeable; after long exposure to air, however, distinct reaction
		warm:	reaction hardly noticeable; after long exposure to air, however, distinct reaction
dito — after adding oxidants, e.g. hydrogen peroxide, potassium ferrocyanide, ammonium per sulphate		cold and warm:	dissolves (etching for metallographic tests)
Molten materials: Potassium- or sodium hydroxide			moderate reaction, but stronger after exposure to air.
dito — with oxidants, e.g. sodium peroxide			strong to very strong reaction.
Oxidants only, e.g. potassium nitrite			very brisk and very strong reaction up to red heat.
potassium nitrate			dito but weaker.
potassium chlorate			as with the nitrites.

# Tungsten products

## Physical properties of tungsten

Atomic weight		183.85		1)
Lattice type		body-centered cubic lattice		
Lattice constant		$3.1648 \cdot 10^{-8}$	cm	1)
Density *)		19.35	$\text{g/cm}^3$	
Melting point		3653	K	
Specific heat		132	J/kg K	
Thermal conductivity **)				
	273 K	1.2979	W/cm K	1)
Vapour pressure				
	2200 K	$3.64 \cdot 10^{-10}$	mbar	2)
	2600 K	$4.89 \cdot 10^{-7}$	mbar	2)
	3000 K	$9.39 \cdot 10^{-5}$	mbar	2)
Coefficient of linear expansion **)				
worked	(20° C-500° C)	$4.98 \cdot 10^{-6}$	$\text{K}^{-1}$	
recrystallized	(20° C-500° C)	$4.45 \cdot 10^{-6}$	$\text{K}^{-1}$	
Total radiation intensity				
	1500 K	5.5	$\text{W/cm}^2$	
	2000 K	23.9	$\text{W/cm}^2$	
	2500 K	69.2	$\text{W/cm}^2$	
	3000 K	160.1	$\text{W/cm}^2$	

1) Kieffer, Jangg, Ettmayer: „Sondermetalle“, Wien/New York, Springer 1971

2) A.N. Nesmeyanow, „Vapor Pressure of the Chemical Elements“, Amsterdam, Elsevier 1963

\*) The conversion table for diameter has been calculated with this value.

\*\*) Values depend on deformation- and temperature treatment.



# Tungsten products

## Conversion table

Diameter $\mu$ m	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m	Diameter $\mu$ m	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m
<b>Diameter and weights for tungsten wires</b>									
8.0	0.315	0.195	1028	0.973	17.0	0.669	0.878	228	4.39
8.2	0.323	0.204	979	1.02	17.2	0.677	0.899	222	4.50
8.4	0.331	0.214	933	1.07	17.4	0.685	0.920	217	4.60
8.6	0.339	0.225	890	1.12	17.6	0.693	0.942	212	4.71
8.8	0.346	0.235	850	1.18	17.8	0.701	0.963	208	4.82
9.0	0.354	0.246	812	1.23	18.0	0.709	0.985	203	4.92
9.2	0.362	0.257	777	1.29	18.2	0.717	1.01	199	5.03
9.4	0.370	0.269	745	1.34	18.4	0.724	1.03	194	5.15
9.6	0.378	0.280	714	1.40	18.6	0.732	1.05	190	5.26
9.8	0.386	0.292	685	1.46	18.8	0.740	1.07	186	5.37
10.0	0.394	0.304	658	1.52	19.0	0.748	1.10	182	5.49
10.2	0.402	0.316	632	1.58	19.2	0.756	1.12	178	5.60
10.4	0.409	0.329	608	1.64	19.4	0.764	1.14	175	5.72
10.6	0.417	0.342	586	1.71	19.6	0.772	1.17	171	5.84
10.8	0.425	0.355	564	1.77	19.8	0.780	1.19	168	5.96
11.0	0.433	0.368	544	1.84	20.0	0.787	1.22	165	6.08
11.2	0.441	0.381	525	1.91	20.2	0.795	1.24	161	6.20
11.4	0.449	0.395	506	1.98	20.4	0.803	1.26	158	6.32
11.6	0.457	0.409	489	2.04	20.6	0.811	1.29	155	6.45
11.8	0.465	0.423	473	2.12	20.8	0.819	1.32	152	6.58
12.0	0.472	0.438	457	2.19	21.0	0.827	1.34	149	6.70
12.2	0.480	0.452	442	2.26	21.2	0.835	1.37	146	6.83
12.4	0.488	0.467	428	2.34	21.4	0.843	1.39	144	6.96
12.6	0.496	0.483	414	2.41	21.6	0.850	1.42	141	7.09
12.8	0.504	0.498	402	2.49	21.8	0.858	1.44	138	7.22
13.0	0.512	0.514	389	2.57	22.0	0.866	1.47	136	7.36
13.2	0.520	0.530	378	2.65	22.2	0.874	1.50	134	7.49
13.4	0.528	0.546	366	2.73	22.4	0.882	1.53	131	7.63
13.6	0.535	0.562	356	2.81	22.6	0.890	1.55	129	7.76
13.8	0.543	0.579	346	2.89	22.8	0.898	1.58	127	7.90
14.0	0.551	0.596	336	2.98	23.0	0.906	1.61	124	8.04
14.2	0.559	0.613	326	3.06	23.2	0.913	1.64	122	8.18
14.4	0.567	0.630	317	3.15	23.4	0.921	1.66	120	8.32
14.6	0.575	0.648	309	3.24	23.6	0.929	1.69	118	8.46
14.8	0.583	0.666	300	3.33	23.8	0.937	1.72	116	8.61
15.0	0.591	0.684	292	3.42	24.0	0.945	1.75	114	8.75
15.2	0.598	0.702	285	3.51	24.2	0.953	1.78	112	8.90
15.4	0.606	0.721	277	3.60	24.4	0.961	1.81	111	9.05
15.6	0.614	0.740	270	3.70	24.6	0.969	1.84	109	9.20
15.8	0.622	0.759	264	3.79	24.8	0.976	1.87	107	9.35
16.0	0.630	0.778	257	3.89	25.0	0.984	1.90	105	9.50
16.2	0.638	0.798	251	3.99	25.5	1.00	1.98	101	9.88
16.4	0.646	0.818	245	4.09					
16.6	0.654	0.838	239	4.19	26.0	1.02	2.05	97.3	10.3
16.8	0.661	0.858	233	4.29	26.5	1.04	2.13	93.7	10.7

# Tungsten products

## Conversion table

Diameter μ m	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m	Diameter μ m	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m
<b>Diameter and weights for tungsten wires</b>									
27.0	1.06	2.22	90.3	11.1	45.0	1.77	6.15	32.5	30.8
27.5	1.08	2.30	87.0	11.5	45.5	1.79	6.29	31.8	31.5
28.0	1.10	2.38	83.9	11.9	46.0	1.81	6.43	31.1	32.2
28.5	1.12	2.47	81.0	12.3	46.5	1.83	6.57	30.4	32.9
29.0	1.14	2.56	78.2	12.8	47.0	1.85	6.71	29.8	33.6
29.5	1.16	2.65	75.6	13.2	47.5	1.87	6.86	29.2	34.3
30.0	1.18	2.74	73.1	13.7	48.0	1.89	7.00	28.6	35.0
30.5	1.20	2.83	70.7	14.1	48.5	1.91	7.15	28.0	35.7
31.0	1.22	2.92	68.5	14.6	49.0	1.93	7.30	27.4	36.5
31.5	1.24	3.02	66.3	15.1	49.5	1.95	7.45	26.9	37.2
32.0	1.26	3.11	64.3	15.6					
32.5	1.28	3.21	62.3	16.1					
33.0	1.30	3.31	60.4	16.6	50	1.97	7.60	26.3	38.0
33.5	1.32	3.41	58.6	17.1	51	2.01	7.91	25.3	39.5
34.0	1.34	3.51	56.9	17.6	52	2.05	8.22	24.3	41.1
34.5	1.36	3.62	55.3	18.1	53	2.09	8.54	23.4	42.7
35.0	1.38	3.72	53.7	18.6	54	2.13	8.86	22.6	44.3
35.5	1.40	3.83	52.2	19.2	55	2.17	9.19	21.8	46.0
36.0	1.42	3.94	50.8	19.7	56	2.20	9.53	21.0	47.7
36.5	1.44	4.05	49.4	20.2	57	2.24	9.88	20.3	49.4
37.0	1.46	4.16	48.1	20.8	58	2.28	10.2	19.6	51.1
37.5	1.48	4.27	46.8	21.4	59	2.32	10.6	18.9	52.9
38.0	1.50	4.39	45.6	21.9	60	2.36	10.9	18.3	54.7
38.5	1.52	4.51	44.4	22.5	61	2.40	11.3	17.7	56.5
39.0	1.54	4.62	43.3	23.1	62	2.44	11.7	17.1	58.4
39.5	1.56	4.74	42.2	23.7	63	2.48	12.1	16.6	60.3
40.0	1.57	4.86	41.1	24.3	64	2.52	12.4	16.1	62.2
40.5	1.59	4.99	40.1	24.9	65	2.56	12.8	15.6	64.2
41.0	1.61	5.11	39.1	25.5	66	2.60	13.2	15.1	66.2
41.5	1.63	5.23	38.2	26.2	67	2.64	13.6	14.7	68.2
42.0	1.65	5.36	37.3	26.8	68	2.68	14.1	14.2	70.3
42.5	1.67	5.49	36.4	27.5	69	2.72	14.5	13.8	72.4
43.0	1.69	5.62	35.6	28.1	70	2.76	14.9	13.4	74.5
43.5	1.71	5.75	34.8	28.8	71	2.80	15.3	13.1	76.6
44.0	1.73	5.88	34.0	29.4	72	2.83	15.8	12.7	78.8
44.5	1.75	6.02	33.2	30.1	73	2.87	16.2	12.3	81.0
					74	2.91	16.6	12.0	83.2
					75	2.95	17.1	11.7	85.5
					76	2.99	17.6	11.4	87.8
					77	3.03	18.0	11.1	90.1
					78	3.07	18.5	10.8	92.5
					79	3.11	19.0	10.5	94.8

# Tungsten products

## Conversion table

Diameter μ m	Mils	Weight mg/200 mm	Length km/kg	Weight g/1000 m	Diameter μ m	Mils	Weight mg/200 mm	Length km/kg	Weight g/1000 m
<b>Diameter and weights for tungsten wires</b>									
80	3.15	19.5	10.3	97.3	150	5.91	68.4	2.92	342
81	3.19	19.9	10.0	99.7	152	5.98	70.2	2.85	351
82	3.23	20.4	9.79	102	154	6.06	72.1	2.77	360
83	3.27	20.9	9.55	105	156	6.14	74.0	2.70	370
84	3.31	21.4	9.33	107	158	6.22	75.9	2.64	379
85	3.35	22.0	9.11	110	160	6.30	77.8	2.57	389
86	3.39	22.5	8.90	112	162	6.38	79.8	2.51	399
87	3.43	23.0	8.69	115	164	6.46	81.8	2.45	409
88	3.46	23.5	8.50	118	166	6.54	83.8	2.39	419
89	3.50	24.1	8.31	120	168	6.61	85.8	2.33	429
90	3.54	24.6	8.12	123	170	6.69	87.8	2.28	439
91	3.58	25.2	7.95	126	172	6.77	89.9	2.22	450
92	3.62	25.7	7.77	129	174	6.85	92.0	2.17	460
93	3.66	26.3	7.61	131	176	6.93	94.2	2.12	471
94	3.70	26.9	7.45	134	178	7.01	96.3	2.08	482
95	3.74	27.4	7.29	137	180	7.09	98.5	2.03	492
96	3.78	28.0	7.14	140	182	7.17	101	1.99	503
97	3.82	28.6	6.99	143	184	7.24	103	1.94	515
98	3.86	29.2	6.85	146	186	7.32	105	1.90	526
99	3.90	29.8	6.71	149	188	7.40	107	1.86	537
100	3.94	30.4	6.58	152	190	7.48	110	1.82	549
102	4.02	31.6	6.32	158	192	7.56	112	1.78	560
104	4.09	32.9	6.08	164	194	7.64	114	1.75	572
106	4.17	34.2	5.86	171	196	7.72	117	1.71	584
108	4.25	35.5	5.64	177	198	7.80	119	1.68	596
110	4.33	36.8	5.44	184	200	7.87	122	1.65	608
112	4.41	38.1	5.25	191	202	7.95	124	1.61	620
114	4.49	39.5	5.06	198	204	8.03	126	1.58	632
116	4.57	40.9	4.89	204	206	8.11	129	1.55	645
118	4.65	42.3	4.73	212	208	8.19	132	1.52	658
120	4.72	43.8	4.57	219	210	8.27	134	1.49	670
122	4.80	45.2	4.42	226	212	8.35	137	1.46	683
124	4.88	46.7	4.28	234	214	8.43	139	1.44	696
126	4.96	48.3	4.14	241	216	8.50	142	1.41	709
128	5.04	49.8	4.02	249	218	8.58	144	1.38	722
130	5.12	51.4	3.89	257	220	8.66	147	1.36	736
132	5.20	53.0	3.78	265	222	8.74	150	1.34	749
134	5.28	54.6	3.66	273	224	8.82	153	1.31	763
136	5.35	56.2	3.56	281	226	8.90	155	1.29	776
138	5.43	57.9	3.46	289	228	8.98	158	1.27	790
140	5.51	59.6	3.36	298	230	9.06	161	1.24	804
142	5.59	61.3	3.26	306	232	9.13	164	1.22	818
144	5.67	63.0	3.17	315	234	9.21	166	1.20	832
146	5.75	64.8	3.09	324	236	9.29	169	1.18	846
148	5.83	66.6	3.00	333	238	9.37	172	1.16	861

# Tungsten products

## Conversion table

Diameter $\mu\text{m}$	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m	Diameter $\mu\text{m}$	Mils	Weight mg/200mm	Length km/kg	Weight g/1000m
---------------------------	------	--------------------	-----------------	-------------------	---------------------------	------	--------------------	-----------------	-------------------

### Diameter and weights for tungsten wires

240	9.45	175	1.14	875	410	16.1	511	0.391	2550
242	9.53	178	1.12	890	415	16.3	523	0.382	2620
244	9.61	181	1.11	905					
246	9.69	184	1.09	920	420	16.5	536	0.373	2680
248	9.76	187	1.07	935	425	16.7	549	0.364	2750
250	9.84	190	1.05	950	430	16.9	562	0.356	2810
255	10.0	198	1.01	988	435	17.1	575	0.348	2880
260	10.2	205	0.973	1030	440	17.3	588	0.340	2940
265	10.4	213	0.937	1070	445	17.5	602	0.332	3010
270	10.6	222	0.903	1110	450	17.7	615	0.325	3080
275	10.8	230	0.870	1150	455	17.9	629	0.318	3150
280	11.0	238	0.839	1190	460	18.1	643	0.311	3220
285	11.2	247	0.810	1230	465	18.3	657	0.304	3290
290	11.4	256	0.782	1280	470	18.5	671	0.298	3360
295	11.6	265	0.756	1320	475	18.7	686	0.292	3430
300	11.8	274	0.731	1370	480	18.9	700	0.286	3500
305	12.0	283	0.707	1410	485	19.1	715	0.280	3570
310	12.2	292	0.685	1460	490	19.3	730	0.274	3650
315	12.4	302	0.663	1510	495	19.5	745	0.269	3720
320	12.6	311	0.643	1560	500	19.7	760	0.263	3800
325	12.8	321	0.623	1610	550	21.7	919	0.218	4600
330	13.0	331	0.604	1660	600	23.6	1090	0.183	5470
335	13.2	341	0.586	1710	650	25.6	1280	0.156	6420
340	13.4	351	0.569	1760	700	27.6	1490	0.134	7450
345	13.6	362	0.553	1810	750	29.5	1710	0.117	8550
350	13.8	372	0.537	1860	800	31.5	1950	0.103	9730
355	14.0	383	0.522	1920	850	33.5	2200	0.0911	11000
360	14.2	394	0.508	1970	900	35.4	2460	0.0812	12300
365	14.4	405	0.494	2020	950	37.4	2740	0.0729	13700
370	14.6	416	0.481	2080	1000	39.4	3040	0.0658	15200
375	14.8	427	0.468	2140					
380	15.0	439	0.456	2190					
385	15.2	451	0.444	2250					
390	15.4	462	0.433	2310					
395	15.6	474	0.422	2370					
400	15.7	486	0.411	2430					
405	15.9	499	0.401	2490					

# Spools and Reels

## Spools and Reels

Tungsten-, molybdenum-, copper-clad-wire and steel-mandrel wires with a diameter of approx. 1 mm or less are supplied on spools or reels.

The types of spools, or reels are shown in the tables concerned under the heading „mode of supply“.

Spool Reel	Dimensions [mm]			$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	R	Material	Weight g	Fig. No.
	$d_1$	$d_2$	$d_3$								
F 1	~ 38	40	49,5	20	~ 22	~ 1	~ 1	0,1 - 0,2	steel	23,6	1
F 6	~ 215	218	250	30	33,6	2	1,6 - 2	1,5	steel	465	1
B 2	40	63	100	28	40	6	-	-	plastic	80	2
B 3	16	63	100	80	100	10	-	-	plastic	125	2
B 4	10	63	110 - 315	2 - 8	6 - 26	2 - 9	-	-	plastic	70 - 2000	2
B 6	14	108	135	28	38	5	-	-	plastic	240	2
K125	16	80	125	100	125	12,5	-	-	plastic	200	2
SD 300 K	51,5	212	300	91	103	6	-	-	plastic	900	2

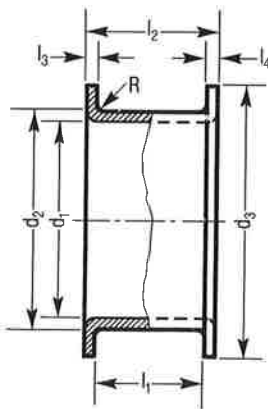


Fig. 1

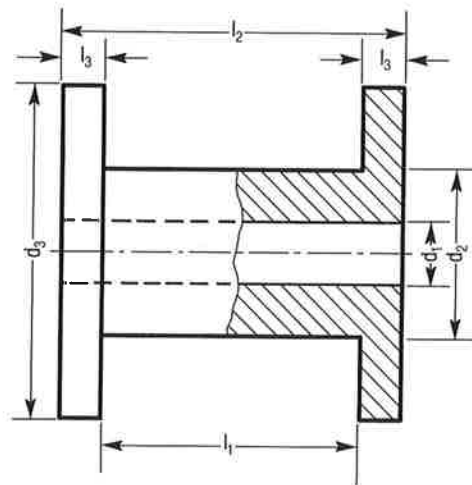


Fig. 2

# Wolframerzeugnisse

## Wolfram

Metallisches Wolfram wurde erstmalig 1783 von den Brüdern Elhuyar, zwei spanischen Chemikern, durch Reduktion von Wolframsäure mit Kohle dargestellt. Das hierbei verwendete Mineral war den Bergleuten des Mittelalters als schädlicher Begleiter der Zinnerze bekannt, von dem sie glaubten, daß es wie ein Wolf das Zinn auffresse. Der Name des Metalls und des Minerals, es heißt heute Wolframit, leitet sich von diesem Begriff ab.

Auf das hohe spezifische Gewicht des Wolframs spielt der Name „Tungsten“ an, der sich im englischen Sprachraum bis heute erhalten hat und auf Schwedisch soviel wie „schwerer Stein“ heißt.

Die Reduktion von reinstem Wolframoxid durch Wasserstoff ist derzeit das einzige großtechnische Verfahren zur Erzeugung von metallischem Wolfram.

Bei OSRAM wird durch chemische Aufarbeitung des Wolframminerals Scheelit (Calciumwolframat) zunächst hochreines Ammoniumparawolframat (APW) hergestellt. Hieraus wird durch Reduktion mit Wasserstoff Blauoxid und anschließend metallisches Wolfram in Pulverform gewonnen.

Zur Herstellung von kompaktem Metall werden aus dem Pulver Stäbe gepreßt und in direktem Stromdurchgang nach dem Coolidge-Verfahren gesintert. Diese werden durch Walzen, Hämmern und Ziehen zu Rundstäben und Drähten in den gewünschten Abmessungen weiterverarbeitet.

Wolfram hat mit 3653 K den höchsten Schmelzpunkt aller Metalle. Es ist daher ein unersetzlicher Werkstoff für die Lampen- und Röhrenindustrie und wird hauptsächlich für die Herstellung von Wendeln und Elektroden in Glüh- und Entladungslampen eingesetzt.

Eine besondere Bedeutung bei der Erzeugung von Wolframdrähten für Glühlampen hat der Zusatz von Doppelementen (K, Si, Al) bei der Pulver-Reduktion. Die nach dem Sintern im Fertigprodukt verbleibenden Mengen liegen im ppm-Bereich und können heute mit modernen Analyseverfahren in OSRAM-Labors genau erfaßt werden. Durch die Dopzusätze werden beim Ziehen submikroskopische Bläschenkette erzeugt, die bei der Rekristallisation des Ziehgefüges zur Ausbildung langgestreckter, sich überlappender Kristalle führen. Diese Langkristallstruktur gewährleistet insbesondere bei hochbelasteten Wendeln (z.B. in Halogenlampen) die Formbeständigkeit des Leuchtkörpers unter Betriebsbedingungen.

OSRAM verarbeitet Wolfram seit Jahrzehnten. Es stehen umfassende technologische Kenntnisse und Erfahrungen bei der Herstellung und Anwendung dieses Metalls zur Verfügung.

Auf dem gesamten Produktionsweg werden in unserem Hause Produkt- und Verfahrensgrößen in vielen qualitätsbestimmenden Einzelschritten gemessen und kontrolliert, um die Gleichmäßigkeit des Materials zu gewährleisten. Lieferungen sind in jedem Stadium der Verarbeitung möglich. Als

Ammoniumparawolframat (APW),

Metallpulver,

Sinterstäbe,

Hämmerstäbe und hieraus bearbeitete Formteile wie gerichtete und geschliffene Stäbe, Stifte usw.,

gezogene Drähte,

Wendeln,

# Wolframerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Wolfram-Metallsorte BSD-A</b>			
für allgemeine Anwendungen in der Lampenindustrie. Reinheit besser als 99,9%, gedopt mit Kalium, Aluminium und Silicium.			
Sinterstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Walzstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Hämmerstab	14,0 - 3,0 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	Fertigungslängen
glattgehämmert	< 11,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab gerichtet,glatt	7,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Draht schwarz	< 3,0 - 1,5 mm	± 1,5 %	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 1,5 %	Ring Ø ca. 750 mm
Draht	< 1,2 - 0,80 mm	± 1,5 %	Ring Ø ca. 300 mm
schwarz oder blank	< 0,80 - 0,20 mm	± 1,5 %	Spule B 6 oder Felge F 6
Feindraht	< 122 - 2 mg/200 mm	± 3 %	Spule B 6
schwarz oder blank	< 2 - 1 mg/200 mm	± 3 %	Spule B 5



# Wolframerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Wolfram-Metallsorte BSD-L</b>			
für erhöhte Anforderungen in der Lampenindustrie. Reinheit besser als 99,9%, gedopt mit Kalium, Aluminium und Silicium.			
Um den erhöhten Ansprüchen zu genügen, zeichnet sich das BSD-L-Material durch besondere Qualitätsmerkmale aus, die durch spezielle Qualitätskontrollen sichergestellt werden.			
Sinterstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Walzstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Hämmerstab	14,0 - 3,0 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab	14,0 - 11,0 mm	± 0,16 mm	Fertigungslängen
glattgehämmert	< 11,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab gerichtet, glatt	7,0 - 3,0 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Draht schwarz	< 3,0 - 1,5 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 750 mm
Draht	1,2 - 0,80 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 300 mm
schwarz oder blank	< 0,80 - 0,20 mm	± 0,75 %	Spule B 6 oder Felge F 6
Feindraht schwarz od. blank	< 122 - 2 mg/200 mm	± 1,5 %	Spule B 6
Feindraht schwarz od. blank	< 2 - 1 mg/200 mm	± 1,5 %	Spule B 5 oder F 1
Feindraht schwarz	< 1 - 0,4 mg/200 mm	± 0,015 mg/ 200 mm	Spule B 5 oder F 1
Feindraht blank	< 1 - 0,2 mg/200 mm	± 0,015 mg/ 200 mm	Spule B 5 oder F 1

Sonderausführungen wie z. B. glattfallend oder gegläht auf Anfrage.

# Wolframerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Wolfram-Metallsorte BSD-R</b>			
für erhöhte Anforderungen in der Lampenindustrie. Reinheit besser als 99,9%, gedopt mit Kalium, Aluminium und Silicium.			
Durch spezielle Qualitätskontrolle wird ein Material ausgewählt, welches eine besonders langkristalline Struktur nach der Rekristallisation aufweist.			
Feindraht schwarz od. blank	10-2 mg/200 mm	± 1,5 %	Spule B 6
Feindraht schwarz od. blank	< 2-1 mg/200 mm	± 1,5 %	Spule B 5 oder F 1
Feindraht schwarz	1-0,4 mg/200 mm	± 0,015 mg/ 200 mm	Spule B 5 oder F 1
Feindraht blank	1-0,2 mg/200 mm	± 0,015 mg/ 200 mm	Spule B 5 oder F 1
Sonderausführungen wie z.B. glattfallend auf Anfrage.			
<b>Wolfram-Metallsorte BSD-H</b>			
für erhöhte Anforderungen in der Lampenindustrie. Reinheit besser als 99,9%, gedopt mit Kalium, Aluminium und Silicium.			
BSD-H ist besonders geeignet für die Anwendung in Halogenlampen.			
Draht	1,2 -0,80 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 300 mm
	< 0,80-0,30 mm	± 0,75 %	Felge F 6 , Spule B 6
schwarz oder blank	< 0,30-0,20 mm	± 0,75 %	Spule B 6, Felge F6
Feindraht schwarz od. blank	< 122-2 mg/200 mm	± 1,5 %	Spule B 6
Sonderausführungen wie z.B. glattfallend auf Anfrage.			

# Wolframerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Wolfram-Metallsorte K</b>			
Anwendung: Kontakt material wie Formkörper, Elektroden, Drähte, Stäbe, Stifte, Plättchen, Scheiben, usw. Reinheit besser als 99,9 %, keine Zusätze.			
K ergibt nach der Rekristallisation feinkristallines, polygonales Gefüge.			
Sinterstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Walzstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Hämmerstab	< 20,0 - 3,0 mm	± 0,20mm	Fertigungslängen
Hämmerstab	< 15,0 - 11,0 mm	± 0,16mm	Fertigungslängen
glattgehämmert	< 11,0 - 3,0 mm	± 0,10mm	Fertigungslängen
Hämmerstab gerichtet ,glatt	7,0 - 3,0 mm	± 0,10mm	Fertigungslängen
Draht schwarz	< 3,0 - 2,0 mm	± 0,75 %	Fertigungslängen
	< 2,0 - 1,5 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 1,5 - 1,2 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 750 mm
Draht schwarz oder blank	1,2 - 0,80 mm	± 0,75 %	Ring Ø ca. 300 mm
	< 0,80- 0,30 mm	± 0,75 %	Spule B 6 oder Felge F 6

Sonderausführungen, z.B. andere Toleranzen, auf Anfrage.

# Wolframerzeugnisse

## Ausgangsprodukte

### Ammoniumparawolframat (APW)

Kristallisiert weiß

Formel :  $5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{WO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Glühverlust: ca. 11%

Wolframgehalt ca. 81%

Reinheitsgrad: Enthält  $\leq 0,02\%$  Fremdsubstanzen

bestehend aus :  $< 0,02\%$  Mo,  $< 0,02\%$  Fe und  
Spuren keramischer Oxide ( $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ )

### Wolfram-Metallpulver K

Mittlere Korngröße 4,0-4,5  $\mu\text{m}$  (Fisher-SSS-Wert)

Reinheitsgrad : Enthält  $\leq 0,05\%$   $\text{O}_2$

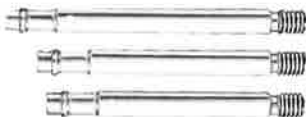
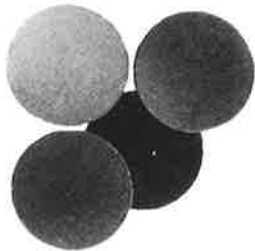
$\leq 0,02\%$  Fe

$\leq 0,02\%$  Ni

$\leq 0,05\%$  Mo

# Wolframerzeugnisse

## Formteile aus Wolfram



### Anwendungsgebiete

Aufbauteile für Lampen.  
 Spiralen für Heizstrahler und Bedampfanlagen.  
 Aufbauteile für Empfänger-, Sende-, Fernseh- und Röntgenröhren.  
 Einschmelzmaterial für Stromdurchführungen in Hartglas.  
 Heizwicklungen für Hochtemperaturöfen (für Vakuum- und Schutzgasanlagen).  
 Unterbrecherkontakte für Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen und Flugzeugen.  
 Kontakte für Hochleistungsschalter und Relais.  
 Schweißelektroden für verschiedene Verfahren.  
 Druckernadeln  
 Elektroden für Hoch- und Niederdrucklampen.  
 Diverse Formkörper für Temperaturen bis zu ca. 2500° C, (Vakuum- oder Schutzgasatmosphäre).  
 Formteile für Halbleiterfertigung.

### Lieferprogramm

Stäbe und Stifte gewalzt, gehämmert, glatt gehämmert bzw. gezogen, ungerichtet bzw. schwarz oder blank, ungerichtet oder gerichtet, geschliffen, 0,30 - 30,00 mm Ø; größere Durchmesser auf Anfrage.

Formkörper aus Drähten und Stäben, wie z.B. Stifte, Plättchen, Kontakte, Scheiben, Ringe, Heizer, Spiralen, Heizwicklungen, Haken, Schrauben, Nieten, Muttern usw. auf Anfrage.

### Durchmessertoleranzen für Stäbe und Stifte :

Durchmesser in mm	Toleranzen ungeschliffen (gezogen bzw. gehämmert)	Toleranzen geschliffen in mm
0,30- 0,60	± 0,75 % gezogen	± 0,02
0,70- 2,90	± 0,75 % gezogen	± 0,03
3,00-10,90	± 0,10 mm gehämmert	± 0,03
11,00-12,00	± 0,16 mm gehämmert	± 0,03
12,10-14,90	± 0,16 mm gehämmert	± 0,04
15,00-19,90	± 0,20 mm gehämmert	± 0,05
20,00-30,00	± 0,30 mm gehämmert	± 0,08

Engere Toleranzen auf Anfrage.

### Längentoleranzen für Stäbe und Stifte :

Die normale Toleranz für auf Länge geschnittene Stäbe beträgt ± 1,0 mm bei max. Längen von 1200 mm, für geschnittene Stifte (d. h. in Längen unter 200 mm) ± 0,3 mm.

Engere Toleranzen auf Anfrage.

# Wolframerzeugnisse

## Chemische Eigenschaften von Wolfram

### Reaktionen mit verschiedenen Agenzien

Agens	Reaktion
<b>Wasserstoff</b>	keine Hydridbildung.
<b>Stickstoff</b>	bis 1200 °C keine Reaktion.
<b>Luft, Sauerstoff</b>	bei Raumtemperatur praktisch beständig, bei 500 - 1000 °C entstehen zweiphasige Oxidschichten, innen dunkelblau haftendes Oxid, außen poröses WO <sub>3</sub> . bei 1000 - 1250 °C Schichtbildung und WO <sub>3</sub> -Abdampfung, oberhalb 1250 °C entspricht WO <sub>3</sub> -Abdampfung der Bildungsgeschwindigkeit.
<b>Kohlendioxid</b>	oberhalb 1200 °C Oxidation infolge Dissoziation von CO <sub>2</sub> .
<b>Ammoniak</b>	in strömendem NH <sub>3</sub> bei 1000 - 1100 °C Bildung von Nitridschichten. in wässriger Lösung bei Anwesenheit von Oxidationsmitteln leichter Angriff.
<b>Schwefel</b>	als Schmelze bzw. Dampf: Bildung von Sulfidschichten.
<b>Halogene</b>	Bildung dampfförmiger Halogenide: mit Fluor ab Raumtemperatur, mit Chlor, Brom ab 300 °C, mit Jod keine Reaktion.
<b>Kohlenstoff, Kohlenwasserstoffe</b>	oberhalb 800 °C Bildung von Karbidschichten, Material wird brüchig.
<b>Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure</b>	kalt: kein Angriff warm: leichter Angriff
<b>Flußsäure</b>	kalt und warm kein Angriff
<b>Flußsäure + Salpetersäure</b>	löst rasch.
<b>Königswasser (HNO<sub>3</sub> + HCl)</b>	warm: starker Angriff.
<b>Alkalien</b>	als Schmelze, bei Anwesenheit von Oxidationsmitteln: heftige Reaktion, Auflösung. In wässriger Lösung bei Anwesenheit von Oxidationsmitteln: Angriff.
<b>Alkalinitrate, -nitrate</b>	heftige Reaktionen mit der Schmelze, Auflösung.
<b>Wasserstoffperoxid</b>	langsame Auflösung.

# Wolframerzeugnisse

## Physikalische Eigenschaften von Wolfram

Atomgewicht		183,85		1)
Gittertyp		Kubisch-raumzentriert		1)
Gitterkonstante		$3,1648 \cdot 10^{-8}$	cm	1)
Dichte		19,3 *)	$\text{g/cm}^3$	1)
Schmelzpunkt		3653	K	1)
spez. Wärme bei 20° C		132	J/kg K	1)
therm. Leitfähigkeit bei 20° C		1,30	W/cm K	1)
mittl. linearer Ausdehnungskoeffizient (0-100° C)		$4,44 \cdot 10^{-6}$	$\text{K}^{-1}$	1)
Dampfdruck	2000 K	$0,93 \cdot 10$	bar	2)
	2500 K	$0,93 \cdot 10^{-10}$	bar	
	3000 K	$0,93 \cdot 10^{-7}$	bar	
	3500 K	$1,33 \cdot 10^{-5}$	bar	
Gesamtstrahlung	1500 K	5,5	$\text{W/cm}^2$	
	2000 K	23,9	$\text{W/cm}^2$	
	2500 K	69,2	$\text{W/cm}^2$	
	3000 K	160,1	$\text{W/cm}^2$	
Quellenangabe:	1) Kiefer, Jangg, Ettmayer: „Sondermetalle“ Wien/New York, Springer 1971			
	2) Honig, R.E.: RCA Review (Dec. 1962) S.572			

\*) Zur wechselseitigen Umrechnung von Drahtdurchmesser  $d$  (in  $\mu\text{m}$ ), und Drahtgewicht (in  $\text{mg}/200 \text{ mm}$ ) werden verschiedene Werte für die Dichte und entsprechend verschiedene Zahlenwertgleichungen benutzt:

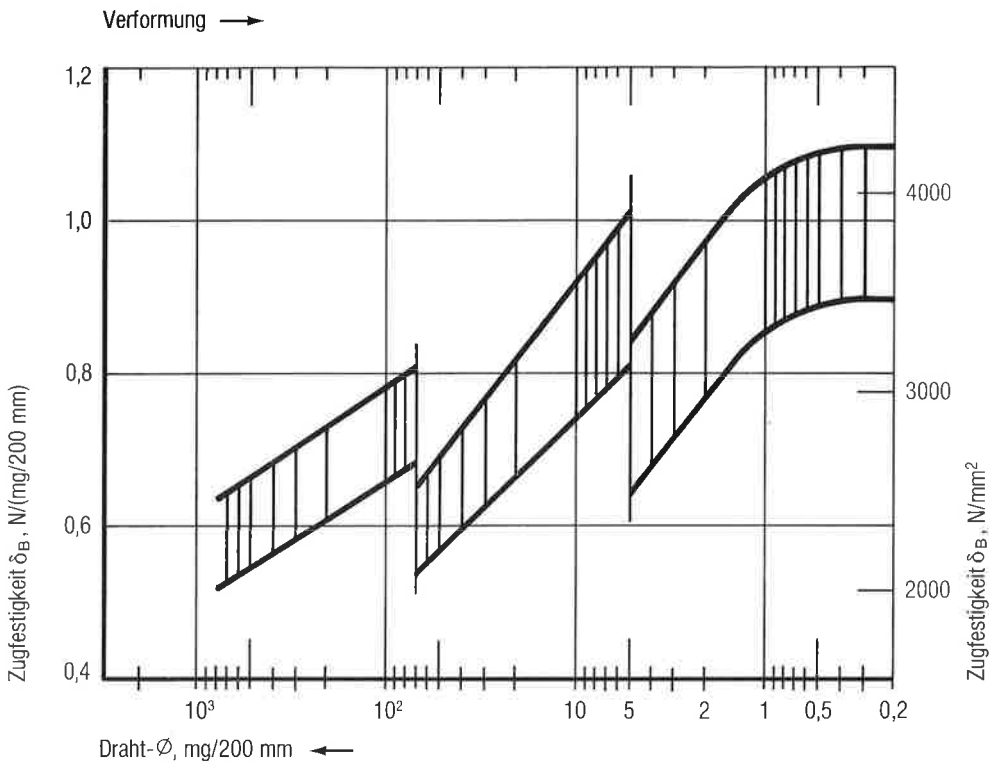
	Dichte ( $\text{g/cm}^3$ )	Umrechnungsgleichungen	
OSRAM	19,35	$d = \sqrt{329 \cdot g}$	$g = 0,0030395 \cdot d^2$
ASTM (F205-82)	19,17	$d = \sqrt{332,1 \cdot g}$	$g = 0,0030112 \cdot d^2$



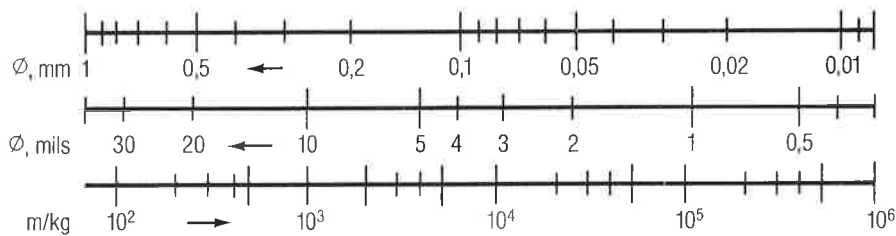
# Wolframerzeugnisse

## Technologische Eigenschaften von Wolfram

Zugfestigkeits- und Dehnungsverlauf unter dem Einfluß der Verformung und Zwischenglühung

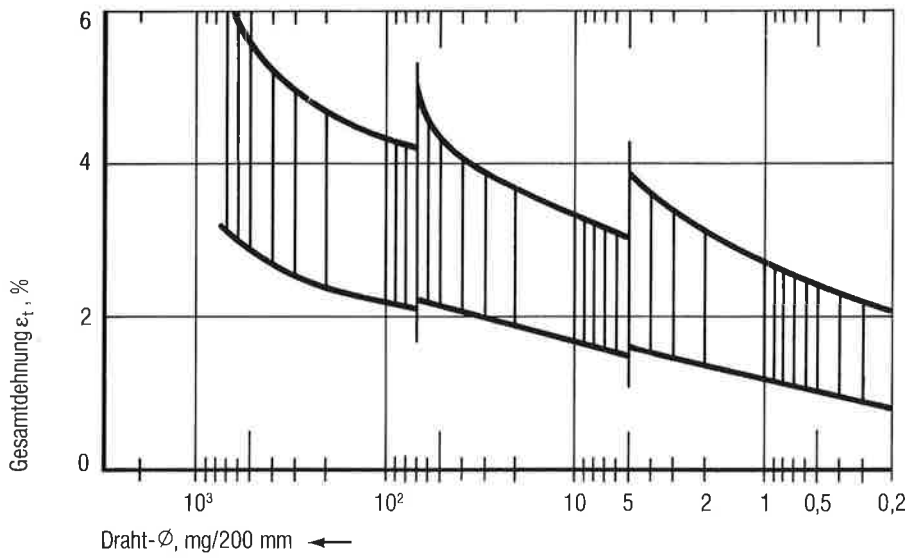


Zugfestigkeit  $\delta_B$  von W-BSD - Draht in Abhängigkeit vom  $\phi$



# Wolframerzeugnisse

## Technologische Eigenschaften von Wolfram

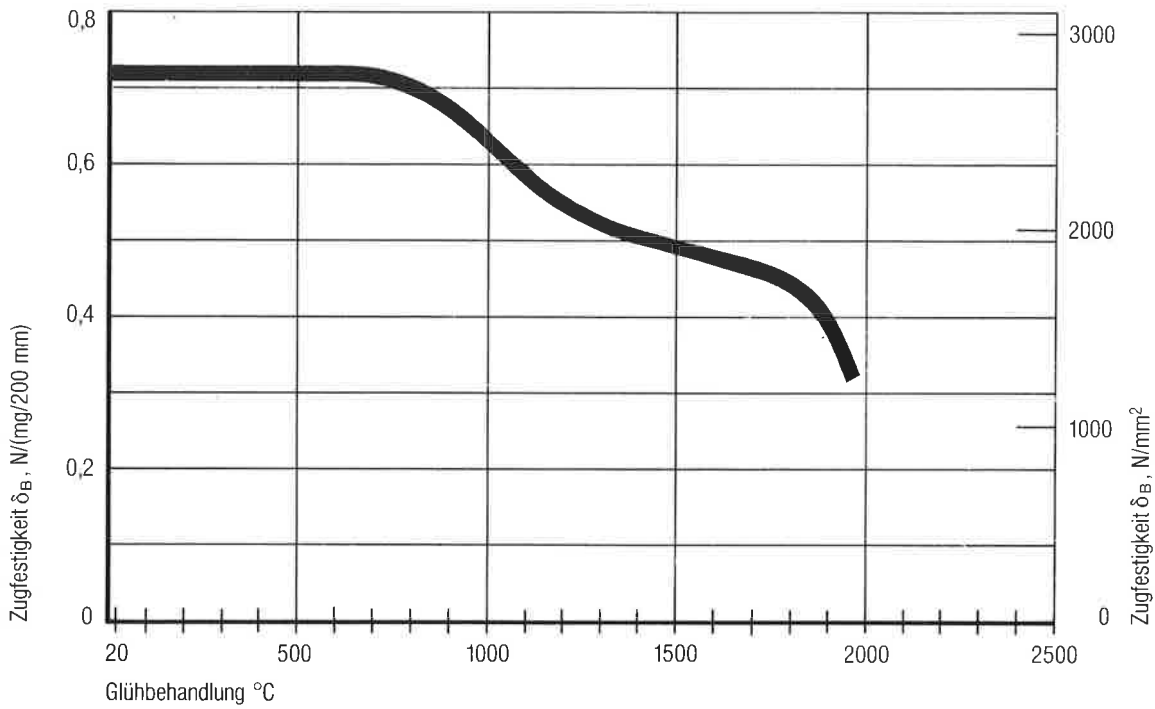


Gesamtdehnung  $\epsilon_t$  von W-BSD - Draht in Abhängigkeit vom  $\varnothing$

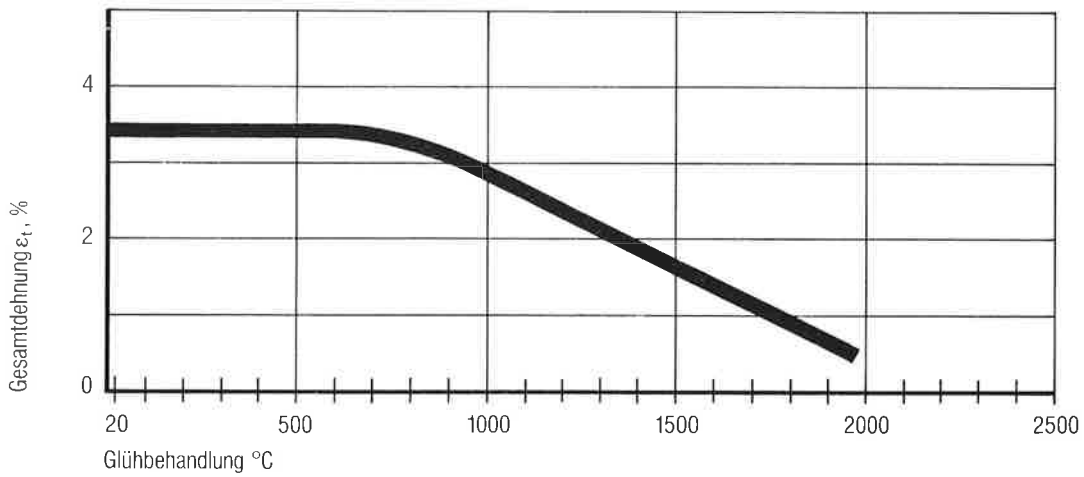
# Wolframerzeugnisse

## Technologische Eigenschaften von Wolfram

Beispiel für den Verlauf der Entfestigung eines W-BSD - Drahtes,  $\varnothing$  0,2 mm durch Glühbehandlung mit Änderung der Dehnung und des Spröd/duktil-Übergangs.



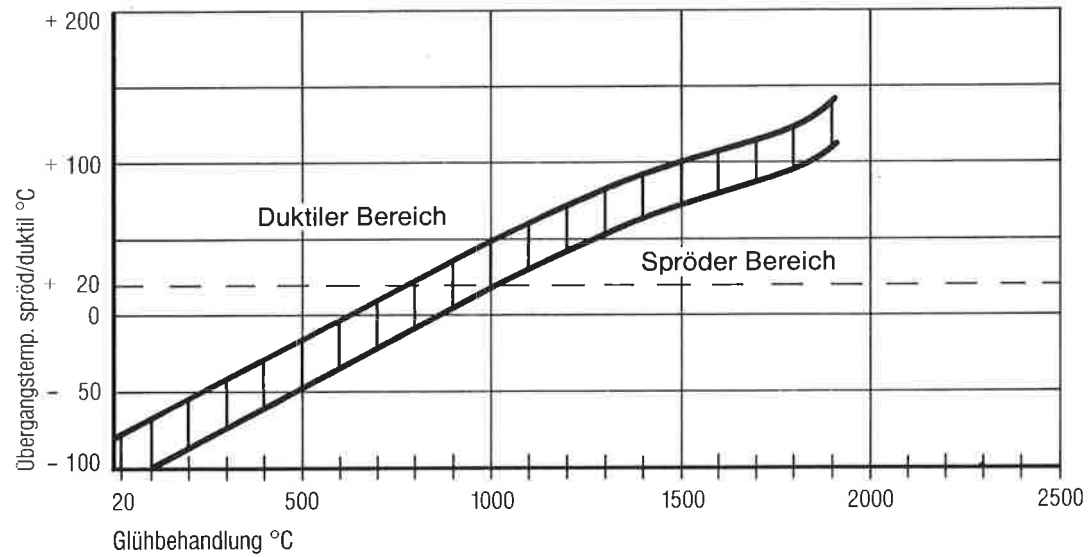
Zugfestigkeit von vorgeglühtem W-BSD - Draht,  $\varnothing$  0,2 mm (5 min, H<sub>2</sub>)



Gesamtdehnung von vorgeglühtem W-BSD - Draht,  $\varnothing$  0,2 mm (5 min, H<sub>2</sub>)

# Wolframerzeugnisse

## Technologische Eigenschaften von Wolfram

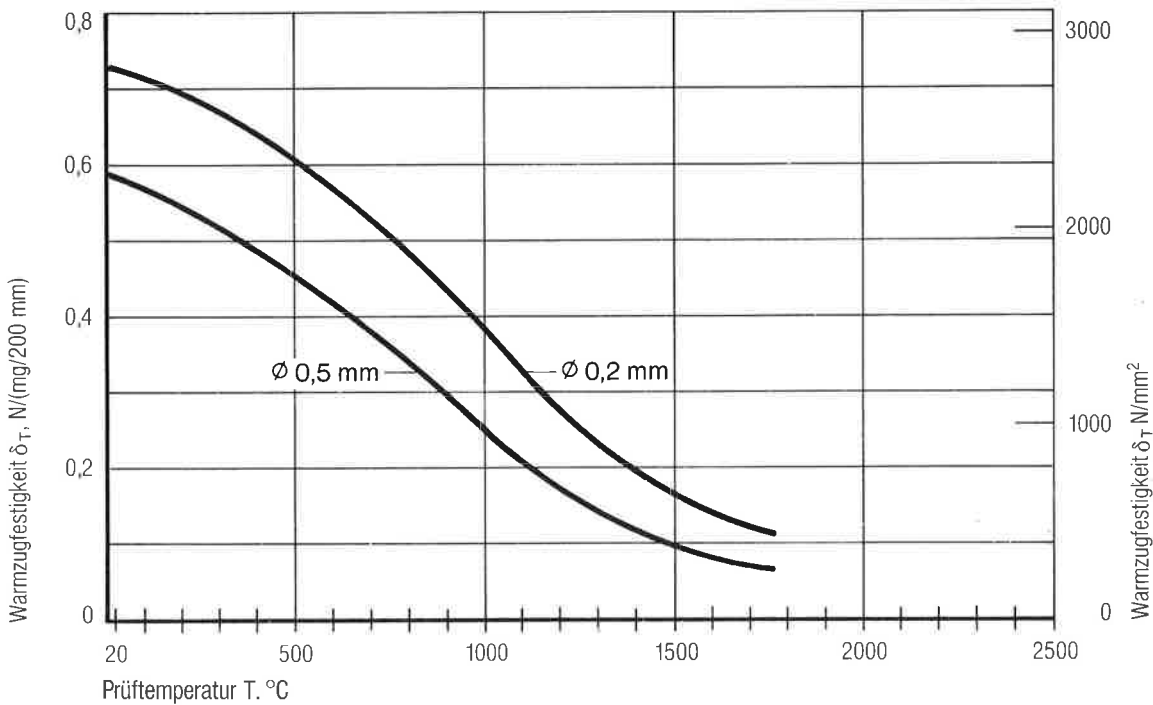


Übergangstemperatur spröd/duktile von vorgeglühtem W-BSD - Draht,  $\varnothing$  0,2 mm bei schlagartiger Beanspruchung.

# Wolframerzeugnisse

## Technologische Eigenschaften von Wolfram

Beispiel für den Verlauf der Warmzugfestigkeit  $\delta_T$  von gezogenen W-BSD - Drähten  $\varnothing 0,2$  und  $0,5$  mm in-Abhängigkeit von der Prüftemperatur



### Anmerkung:

Die in den Diagrammen erhaltenen Daten zur Beschreibung der technologischen Eigenschaften von Wolfram-BSD - Drähten basieren auf dem OSRAM - Drahtherstellungsverfahren für normale Lampen-Drähte. Drähte mit Sonderbehandlung, z.B. durch Endglühung, sind hiervon ausgeschlossen.

Die Daten dienen als Richtwerte zur Information für den Verarbeiter von Wolframdrähten, es kann hieraus jedoch keine Garantie mit Regressansprüchen abgeleitet werden.

# Molybdänerzeugnisse

## Molybdän

Molybdän ist ein Metall, das sich durch einen hohen Schmelzpunkt, hohe Warmfestigkeit und gute elektrische und thermische Leitfähigkeit auszeichnet.

Das Metall ist in Pulverform mattgrau, in kompakter Form dagegen silberweiß und glänzend.

Auf Grund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften hat Molybdän einige besondere Anwendungsgebiete.

Die Hochtemperaturfestigkeit des Molybdän erlaubt seinen Einsatz für thermisch hochbelastete Innenaufbauteile von Lampen. Bei der Herstellung von Glühlampenwendeln aus Wolframdraht dient Molybdän als Kerndraht; der Molybdänkern kann aus den Wolfram-Wendeln ohne nennenswerten Angriff auf das Wolfram ausgebeizt werden.

Molybdän kann mit Gläsern geeigneter thermischer Ausdehnung verschmolzen werden. Die Duktilität von Molybdän in Form dünner Folien erlaubt deren vakuumdichtes Einquetschen in Kieselglas (Quarzglas).

OSRAM verfügt über umfassende wissenschaftliche Kenntnisse und technologische Erfahrungen auf dem Gebiet der Herstellung und Verarbeitung dieses Metalls.

Die Molybdän-Fertigung geht von hochreinem Molybdänoxid aus, das in wasserstoffgespülten Öfen zu Molybdänpulver reduziert wird. Die Korngröße des Pulvers liegt bei 3 - 4  $\mu\text{m}$ .

Das in Form gepreßte Pulver wird durch Temperaturbehandlung gesintert und verdichtet. Die weitere Verarbeitung erfolgt durch Walzen, Hämmern und Ziehen.

Auf dem gesamten Produktionsweg werden bei OSRAM Produkt- und Verfahrensgrößen in qualitätsbestimmenden Einzelschritten gemessen und kontrolliert, um die Gleichmäßigkeit des Materials zu gewährleisten.

Wir fertigen und liefern:

Pulver,

Sinterstäbe,

Walzstäbe,

Hämmerstäbe und hieraus bearbeitete Formteile, wie gerichtete und geschliffene Stäbe, Stifte usw.,

Bänder, aus Draht gewalzt,

gezogene Drähte bis zu kleinstem Durchmesser von 0,020 mm.

# Molybdänerzeugnisse

## Übersicht über Molybdän-Metallsorten

### **Molybdän-Metallsorte MoD**

Vorzugsweise Verwendung als

- Kern- und Halterdraht in der Lampenindustrie
- Heizleitermaterial in Hochtemperaturöfen
- Flamspritzdraht zur Oberflächenveredelung
- Ausgangsmaterial für Formteile wie z.B. Stäbe, Stifte usw.

Reinheit besser als 99,9 %.

### **Molybdän-Metallsorte MoQ**

Anwendungen in der Lampenindustrie, die eine erhöhte Rekristallisationstemperatur erfordern, wie z.B. Quarzeinschmelzungen, spezielle Kerndrähte u.a.

Reinheit besser als 99,9 %, gedopt mit Kalium und Silicium.

### **Molybdän-Metallsorten MoDE und MoQE**

speziell für Hartglaseinschmelzungen in Form von Stäben, Stiften usw.

Reinheit besser als 99,9 %.



# Molybdänerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Molybdän-Metallsorte MoD</b>			
Vorzugsweise Verwendung als			
– Kern- und Halterdraht in der Lampenindustrie			
– Heizleitermaterial in Hochtemperaturöfen			
– Flamspritzdraht zur Oberflächenveredelung			
– Ausgangsmaterial für Formteile wie z. B. Stäbe, Stifte usw.			
Reinheit besser als 99,9%.			
Sinterstab	max. 35 mm	auf Anfrage	Fertigungslängen
Walzstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Hämmerstab	5 - 3,5 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab	30 -20 mm	± 0,30 mm	Fertigungslängen
glattgehämmert	< 20 -15 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
	< 15 -12 mm	± 0,16 mm	Fertigungslängen
	< 12 - < 3,5 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Draht schwarz	3,5- 2,20 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 2,20 - 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Felge F 6
Draht blank <sup>3)</sup>	1,7- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Felge F 6
Draht schwarz	< 0,40 - 0,20 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Spule B 6
	< 0,20 - 0,020 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Spulen B 1 und B 6
Draht blank <sup>3)</sup>	< 0,40 - 0,20 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Spule B 6
	< 0,20 - 0,020 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>	Spulen B 1 und B 6

Auf Wunsch auch lieferbar mit folgenden Toleranzen bezogen auf Ø in mm:

<sup>1)</sup> ± 1,0 %

<sup>2)</sup> ± 0,75 % oder ± 0,50 %

<sup>3)</sup> Kann auch entfestigt (geglüht) geliefert werden.

# Molybdänerzeugnisse

## Metallsorten

Ausführung	Durchmesser	Toleranz	Lieferform
<b>Molybdän-Metallsorte MoQ</b>			
Anwendungen in der Lampenindustrie, die eine erhöhte Rekristallisationstemperatur erfordern, wie z. B. Quarzeinschmelzungen, spezielle Kerndrähte u. a. Reinheit besser als 99,9 %, gedopt mit Kalium und Silicium.			
Sinterstab	max. 35 mm	auf Anfrage	Fertigungslängen
Walzstab	Abmessungen auf Anfrage		Fertigungslängen
Hämmerstab	5 - 3,5 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
Hämmerstab	30 - 20 mm	± 0,30 mm	Fertigungslängen
glattgehämmert	< 20 - 15 mm	± 0,20 mm	Fertigungslängen
	< 15 - 12 mm	± 0,16 mm	Fertigungslängen
	< 12 - < 3,5 mm	± 0,10 mm	Fertigungslängen
Draht schwarz	3,5- 2,20 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 2,20- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Felge F 6
Draht blank <sup>3)</sup>	1,7- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Felge F 6
Draht schwarz	< 0,40- 0,20 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spule B 6
	< 0,20- 0,020 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spulen B 1 und B 6
Draht blank <sup>3)</sup>	< 0,40 - 0,20 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spule B 6
	< 0,20 - 0,020 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spulen B 1 und B 6

## Molybdän-Metallsorten MoDE und MoQE

speziell für Hartglaseinschmelzungen.  
Reinheit besser als 99,9 %.

Draht schwarz	2,4- 2,20 mm	± 4,0 % <sup>1)</sup>	Ring Ø ca. 1100 mm
	< 2,20- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Felge F 6
Draht blank <sup>3)</sup>	1,7- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Spule SD 300 K
	< 1,2- 0,40 mm	± 4,0 % <sup>1) 2)</sup>	Felge F 6

Auf Wunsch auch lieferbar mit folgenden  
Toleranzen bezogen auf Ø in mm:

<sup>1)</sup> ± 1,0 %

<sup>2)</sup> ± 0,75 % oder ± 0,50 %

<sup>3)</sup> Kann auch entfestigt (geglüht) geliefert werden.

# Molybdänerzeugnisse

## Molybdän-Bänder

Dicke mm	Toleranz mm	Breite mm	Toleranz mm
<b>Molybdän-Bänder aus Draht gewalzt</b>			
Molybdän-Metallsorte MoD und MoQE			
Spezielle Verwendung als vakuumdichte Stromdurchführung sowie als Kernmaterial für die Herstellung von Flachkernwendeln.			
Ausführung			
Band gewalzt, mit runden Kanten			
warm gewalzt, in Fertigungslängen			
warm gewalzt, gerichtet, auf Längen geschnitten			
kalt gewalzt, in Fertigungslängen, blank			
kalt gewalzt, in Fertigungslängen, endgeglüht			
Abmessungen			
warm gewalzte Bänder (MoD)			
≥ 0,2 - 0,5	± 0,02	0,4 - 8,00	± 0,1 1)
> 0,5 - 1,0	± 0,02	1,0 - 7,00	± 0,1 1)
> 1,0 - 1,5	± 0,02	2,0 - 6,00	± 0,1 1)
> 1,5 - 2,5	± 0,02	3,0 - 5,50	± 0,1 1)
> 2,5 - 3,5	± 0,02	4,0 - 5,00	± 0,1 1)
kalt gewalzte Bänder (MoQE)			
≥ 0,020 - 0,030	± 0,003	≥ 1,0 - 3,0	± 0,1
> 0,030 - 0,040	± 0,003	≥ 1,0 - 5,0	± 0,1
> 0,040 - 0,050	± 0,003	≥ 1,0 - 6,0	± 0,1
> 0,050 - 0,100	± 0,003	≥ 1,0 - 8,0	± 0,1
> 0,100 - 0,200	± 0,02	≥ 1,0 - 8,0	± 0,1
> 0,200 - 0,600	± 0,02	≥ 2,0 - 8,0	± 0,1
Lieferform			
Auf Spulen B 4 oder F 6			
1) Kernband auf Wunsch mit Breitentoleranz ± 0,02 mm			

# Molybdänerzeugnisse

## Chemische Eigenschaften von Molybdän

### Reaktionen mit verschiedenen Agenzien

Agens	Reaktion
Wasserstoff	kein Hydridbildung.
Stickstoff	oberhalb 1300 °C Nitridbildung möglich.
Luft, Sauerstoff	bei Raumtemperatur praktisch beständig. Bis 500 °C entstehen zweiphasige Oxidschichten ( $\text{MoO}_2 + \text{MoO}_3$ ). Zwischen 500 - 770 °C Schichtbildung und $\text{MoO}_3$ -Abdampfung. Oberhalb 770 °C entspricht die $\text{MoO}_3$ -Abdampfung der $\text{MoO}_3$ -Bildungsgeschwindigkeit.
Kohlendioxid	oberhalb 1200 °C Oxidation infolge Dissoziation von $\text{CO}_2$ .
Ammoniak	in strömendem $\text{NH}_3$ Bildung von Nitridschichten bei 700-1150 °C. In wässriger Lösung langsamer Angriff.
Schwefel	oberhalb 440 °C Bildung von Sulfidschichten.
Halogene	Bildung dampfförmiger Halogenide: mit Fluor ab Raumtemperatur, mit Chlor, Brom ab 250 °C, Jod greift nicht an.
Kohlenstoff, Kohlenwasserstoffe	oberhalb 800 °C Bildung von Karbidschichten, Material wird brüchig.
Salzsäure	kalt: kein Angriff.
Schwefelsäure	warm: leichter Angriff.
Salpetersäure Königswasser( $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ ) Mischsäure( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ )	kalt: merklicher Angriff. warm: heftiger Angriff und Auflösung.
Flußsäure	kalt und warm: kein Angriff.
Flußsäure + Salpetersäure	rasche Lösung schon bei Raumtemperatur.
Alkalien	als Schmelze, bei Anwesenheit von Oxidationsmitteln: heftige Reaktion, Auflösung.  in wässriger Lösung praktisch beständig.
Alkalinitride,-nitrate	heftige Reaktion mit der Schmelze, Auflösung.

# Molybdänerzeugnisse

## Physikalische Eigenschaften von Molybdän

Atomgewicht	95,94		1)
Gittertyp	Kubisch-raumzentriert		1)
Gitterkonstante	$3,146 \cdot 10^{-8}$	cm	1)
Dichte	10,2*)	g/cm <sup>3</sup>	1)
Schmelzpunkt	2883	K	1)
spez. Wärme bei 20 °C	248	J/kg K	1)
therm. Leitfähigkeit bei 20 °C	1,34	W/cm K	1)
mittlerer linearer Ausdehnungskoeffizient (0-100 °C)	$5,1 \cdot 10^{-6}$	K <sup>-1</sup>	1)
Dampfdruck	2200 K	$8,5 \cdot 10^{-9}$	bar
	2400 K	$1,6 \cdot 10^{-7}$	bar
	2600 K	$1,9 \cdot 10^{-6}$	bar
	2800 K	$1,6 \cdot 10^{-5}$	bar

Quellenangabe: 1) Kieffer, Jangg, Ettmayer: „Sondermetalle“  
Wien/New York, Springer 1971

2) Honig, R.E: RCA Review (Dec. 1962) S. 572

\*) Zur wechselseitigen Umrechnung von Drahtdurchmesser d (in µm), und Drahtgewicht (in mg/200 mm) werden verschiedene Werte für die Dichte und entsprechend verschiedene Zahlenwertgleichungen benutzt:

OSRAM:	10,2 g/cm <sup>3</sup>	$d = \sqrt{24,983 \cdot g}$	$g = 0,0016022 \cdot d^2$
ASTM:	10,14 g/cm <sup>3</sup>	$d = \sqrt{25,057 \cdot g}$	$g = 0,0015928 \cdot d^2$