

# Metallpulver und Strangguss- stäbe

## Inhalt

- 04 Sonderwerkstoffe
- 05 Alles aus einer Hand:  
Metallurgisches, fertigungstechnisches und schweißtechnisches Know-how
  - Pulververdüsung
  - Stranggießen
- 06 Zusammenstellung von Metallpulvern
- 07 Lieferbare Korngrößen von Metallpulvern und mögliche Beschichtungsverfahren
- 07 Verwendung von Metallpulvern
- 10 Zusammenstellung von Stranggussstäben
- 10 Verwendung von Stranggussstäben
- 11 Lieferbare Abmessungen von Stranggussstäben
- 12 Typische Eigenschaften von Pulverbeschichtungen und Auftragschweißungen
- 12 Richtwerte für die Schweißguthärte bei Raumtemperatur und für die Warmhärte von reinem Schweißgut
- 14 Physikalische Eigenschaften
  - Wärmeausdehnung
  - Spezifisches Gewicht, Schmelzintervall und Wärmeleitfähigkeit
- 15 Eigenschaften von Beschichtungen mit Metallpulvern und Stranggussstäben der Deutschen Edelstahlwerke
- 16 Korrosionsverhalten von Metallpulvern und Stranggussstäben der Deutschen Edelstahlwerke
- 17 Anwendung von Metallpulvern und Stranggussstäben der Deutschen Edelstahlwerke
- 18 Praktische Hinweise zum Auftragschweißen von Hartlegierungen
- 19 Auftragschweißen und thermisches Spritzen
  - Metallpulver-Beschichtungsverfahren
    - Plasmapulverauftragschweißen (PTA)
    - Flammstritzschweißen
    - Flammstritzen
    - Plasma- und Hochgeschwindigkeitflammspritzen (HVOF)
- 24 Auftragschweißverfahren mit Stranggussstäben
  - Gasschweißen
  - WIG-Schweißen
- 26 Qualitätssicherung
- 27 Weltweit
- 27 Vertriebsnetz



## Sonderwerkstoffe

Die Deutsche Edelstahlwerke GmbH, ein führendes Unternehmen in der Herstellung von Edelstahl-Langprodukten erzeugt und verarbeitet an den Standorten Witten, Siegen, Krefeld, Hagen und Hattingen mit rund 4000 Mitarbeitern etwa eine Million Tonnen Edelstahl pro Jahr. Im Bereich Sonderwerkstoffe werden verschleißfeste pulvermetallurgisch erzeugte Werkstoffe (Ferro-Titanit) und Dentallegierungen hergestellt.

Zusätzlich erzeugt der Bereich Sonderwerkstoffe Hartlegierungen in Form von gasverdünsten Metallpulvern und Stranggussstäben.

## Alles aus einer Hand: Metallurgisches, fertigungstechnisches und schweißtechnisches Know-how

### Pulververdüsung

Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Schweißtechnik ist das Auftragschweißen, um z. B. einer Werkstückoberfläche eine besondere Verschleiß- und/oder Korrosionsbeständigkeit zu verleihen.

Die Deutschen Edelstahlwerke bieten eine breite Palette gasverdünster Metallpulver und Stranggussstäbe auf Co-, Ni- und Fe-Basis an, die für das Auftragschweißen bzw. das thermische Spritzen bestens geeignet sind. Diese Produkte werden nach modernsten Methoden im eigenen Hause gefertigt und greifen zurück auf mehr als 160 Jahre metallurgische Erfahrung in der Stahl-Erzeugung.

Zur Pulvererzeugung werden Rohstoffe und Einsatzmaterialien in einem Induktionsofen verflüssigt und der Verdüsungsanlage zugeführt. Die eigentliche Verdüsung erfolgt in einem geschlossenen Behälter, in dem ein Gießstrahl

mit Hilfe eines Inertgases unter hohem Druck zerstäubt wird. Als Verdüsungsgas wird Stickstoff verwendet. Bei dieser so genannten Gasverdüsung ist die Erstarrungsgeschwindigkeit so gering, dass die bei der Verdüsung gebildeten Tropfen sich während der Fallzeit im Behälter zu Kugeln einformen können. Die kugelige Kornform garantiert ausgezeichnetes Fließverhalten und damit gute Dosierbarkeit des Pulvers.

Das Abscheiden des Pulvers erfolgt ebenfalls unter Inertgas. Dadurch ist gewährleistet, dass das Pulver ohne schädliche Oberflächenoxidation abkühlt. Niedrige Gesamt-Sauerstoffgehalte unserer Metallpulver sind das Resultat.

Vor dem Einsatz des Pulvers als Plasmaschweiß-, Spritz- oder Sinterpulver ist ein Absieben auf die geforderte Kornfraktion nötig. Dies geschieht auf modernen Sieb- und/oder Windsichteranlagen.



Raster-Elektronen-Mikroskopische Aufnahme (REM) von gasverdünsten kugeligen Metallpulverkörnern

## Zusammenstellung von Metallpulvern

### Kobalt-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Pulvers in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Fe	B	Sonstige
Celsit V-P	Alloy 6	1,1		28,0				4,5		
Celsit SN-P	Alloy 12	1,4		30,0				8,5		
Celsit N-P	Alloy 1	2,4		31,0				13,0		
Celsit 21-P	Alloy 21	0,25		28,0	5,0	2,8				
Celsit FN-P	Alloy F-mod.	1,6	1,0	28,0		22,0	13,0	1,0		
Celsit F-P	Alloy F	1,8		26,0		23,0	12,5	1,0		
CN20Co50-P	Alloy 25	<0,1		20,0		10,0	15,0			
Celsit T4-P	Alloy T400	<0,08	2,0	8,7	28,0	1,0		1,0		
Coborit 45-P	Alloy SF 6	0,8	2,3	19,0		13,0	8,0	3,0	1,7	Cu 0,6
Coborit 50-P	Alloy SF 12	0,2	3,5	18,0	6,0	27,0			3,0	
Coborit 60-P	Alloy SF 1	1,3	2,8	19,0		13,0	15,0		3,0	

### Nickel-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Pulvers in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Co	W	Fe	B	Sonstige
Niborit 20-P		0,05	3,0					2,5	2,0	
Niborit 4-P	Alloy 40	0,3	3,5	8,0				3,0	1,6	
Niborit 45-P	Alloy 45	0,4	3,5	9,0				3,0	2,0	
Niborit 5-P	Alloy 50	0,6	3,8	11,0				4,0	2,5	
SZW 5029	Alloy 56	0,6	4,0	12,5				4,0	2,8	
Niborit 6-P	Alloy 60	0,8	4,3	16,0				4,5	3,5	
Niborit 7-P	Alloy M 16C	0,50	3,7	17,0	4,5			2,0	3,75	Cu 2
Niborit Al 0,8-P		0,3	3,1	4,2				1,0	0,8	Al 1,2
Niborit Al 1-P		0,2	2,7	6,5				2,0	1,1	Al 1,2
Niborit 234-P	Alloy 234	0,2	2,8	4,3	3,0			0,2	1,1	P 1,8
Niborit 237-P	Alloy 237	0,2	2,8	4,4	3,7			0,3	1,3	P 1,8
SZW 5050	Ni 105	<0,06	10,0	19,0						
SZW 5052	Ni 102	<0,06	4,5	7,5				3,0	3,0	
HTL 6-P	Ni 106	<0,06								P 11
HTL 7-P	Ni 107	<0,06		14,0						P 10
Nibasit Al 5-P	NiAl 95-5	<0,03								Al 5
Nibasit C-276-P	Alloy C-276	<0,02		16,0	15,5	0,7	3,5	6,0		V 0,2
Nibasit 625-P	Alloy IN 625	<0,05		22,0	9,0			4,0		Nb 3,6
Nibasit T7-P	Alloy T700	<0,08	3,4	15,5	32,0	0,8		1,0		
NiCr70Nb-P	Nicro 82	<0,03	0,3	20,0				< 1,5		Mn 3; Nb 2,5
Nibasit P 60-P	Alloy Ni 60	0,55	3,2	17,5				17,0		

### Eisen-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Pulvers in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Co	B	Sonstige
KW 10-P	1.4009	0,08	0,9	14,0		0,4				Mn 0,6;
KW 40-P		0,4	0,4	13,0						
KWA-P	1.4015	0,04	0,7	17,0						Mn 0,5
SKWAM-P	1.4115	0,2	0,6	17,0	1,1					Mn 0,5
AS 4-P	Alloy 316	0,1	0,8	17,0	2,2	13,0				
AS 4-P/LC	Alloy 316 L	0,02	0,8	17,0	2,2	13,0				
A7CN-P	1.4370	0,08	0,7	19,0		9,0				Mn 7,0
Antinit										
DUR 300-P		0,12	5,0	21,0		8,0		<0,07		Mn 6,5

### Eisen-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Pulvers in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Co	B	Sonstige
EVT 50S-P	Everit 50S	2,0	0,4	25,5	3,2				<0,07	V 0,5
Ledurit 40-P		2,0	0,6	31,0						
SEO-P		3,9	0,5	31,0						
Ledurit 64CA-P		3,8	1,2	22,0			0,8		1,0	V 0,8
SZW 5033	Alloy E 6	2,0	1,25	29,0	5,5	12,0				
Fesit V-P	TS-1	1,2	5,0	30,0		10,0			12,0	
Fesit SN-P	TS-2	2,0	5,0	35,0		10,0			12,0	
Fesit N-P	TS-3	3,0	5,0	35,0		10,0			12,0	

### Gemischte Pulver

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Pulvers in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Fe	B	Sonstige
Super DUR WC-P	WSC-Ni/60-40	0,1	3,0			Rest			3,0	WSC 60 %
Super DUR W 6 Ni-P	WSC-Ni/40-60	0,8	4,3	16,0		Rest		4,5	3,5	WSC 40 %

Weitere Pulverqualitäten sind auf Anfrage lieferbar. WSC: Wolframschmelzkarbid

## Lieferbare Korngrößen von Metallpulvern und mögliche Beschichtungsverfahren

Pulverkorngrößen von ... bis	Beschichtungsverfahren				
	PTA	FSS	FSW	FSK	PS/HVOF
20 – 45 µm					•
20 – 106 µm		•	•	•	
32 – 106 µm		•	•	•	
45 – 90 µm					•
45 – 125 µm	•	•	•	•	
50 – 150 µm	•				
50 – 160 µm	•				
50 – 180 µm	•				
63 – 150 µm	•				
63 – 160 µm	•				
63 – 180 µm	•				
63 – 200 µm	•				

Weitere Körnungen sind auf Anfrage lieferbar. Verpackung erfolgt in Kunststoffflaschen zu 5 bzw. 9 kg oder in Blechheimern zu 25 kg.

### Beschichtungsverfahren

PTA: Plasmapulverauftragschweißen, FSS: Flammstritzschweißen, FSW: Flammstritzen (warm), FSK: Flammstritzen (kalt), PS/HVOF: Plasmaspritzen/Hochgeschwindigkeitflammspritzen

## Verwendung von Metallpulvern

### Kobalt-Basis

Qualität	Legierungstyp	Beschichtungsverfahren				
		PTA	FSS	FSW	FSK	PS/HVOF
Celsit V-P	Alloy 6	•				•
Celsit SN-P	Alloy 12	•				•
Celsit N-P	Alloy 1	•				•
Celsit 21-P	Alloy 21	•				•
Celsit FN-P	Alloy F-mod.	•				•
Celsit F-P	Alloy F	•				•
CN20Co50-P	Alloy 25	•				•
Celsit T4-P	Alloy T400	•				•
Coborit 45-P	Alloy SF 6	•	•	•		•
Coborit 50-P	Alloy SF 12	•	•	•		•
Coborit 60-P	Alloy SF 1	•	•	•		•

## Verwendung von Metallpulvern

### Nickel-Basis

Qualität	Legierungs- typ	Beschichtungsverfahren				PS/HVOF
		PTA	FSS	FSW	LÖT	
Niborit 20-P		•	•	•		•
Niborit 4-P	Alloy 40	•	•	•		•
Niborit 45-P	Alloy 45	•	•	•		•
Niborit 5-P	Alloy 50	•	•	•		•
SZW 5029	Alloy 56	•	•	•		•
Niborit 6-P	Alloy 60	•	•	•		•
Niborit 7-P	Alloy M 16C	•	•	•		•
Niborit Al 0,8-P		•				
Niborit Al 1-P		•				
Niborit 234-P	Alloy 234		•	•		
Niborit 237-P	Alloy 237		•	•		
SZW 5050	Ni 105				•	
SZW 5052	Ni 102				•	
HTL 6-P	Ni 106				•	
HTL 7-P	Ni 107				•	
Nibasit Al 5-P	NiAl 95-5					•
Nibasit C-276-P	Alloy C-276	•				•
Nibasit 625-P	Alloy IN 625	•				•
Nibasit T7-P	Alloy T700	•				•
NiCr70Nb-P	Nicro 82	•				•
Nibasit P 60-P	Ni 60	•				

### Eisen-Basis

Qualität	Legierungs- typ	Beschichtungsverfahren				PS/HVOF
		PTA	FSS	FSW	FSK	
KW 10-P	1.4009	•			•	•
KW 40-P		•			•	•
KWA-P	1.4015	•			•	•
SKWAM-P	1.4115	•			•	•
AS 4-P/LC	Alloy 316 L	•				•
A7CN-P	1.4370	•				•
Antinit DUR 300-P		•				
EVT 50S-P	Everit 50S	•				
Ledurit 40-P		•				•
SEO-P		•				•
Ledurit 64CA-P		•				
SZW 5033	Alloy E 6	•				
Fesit V-P	TS-1	•				
Fesit SN-P	TS-2	•				
Fesit N-P	TS-3	•				

### Gemischte Pulver

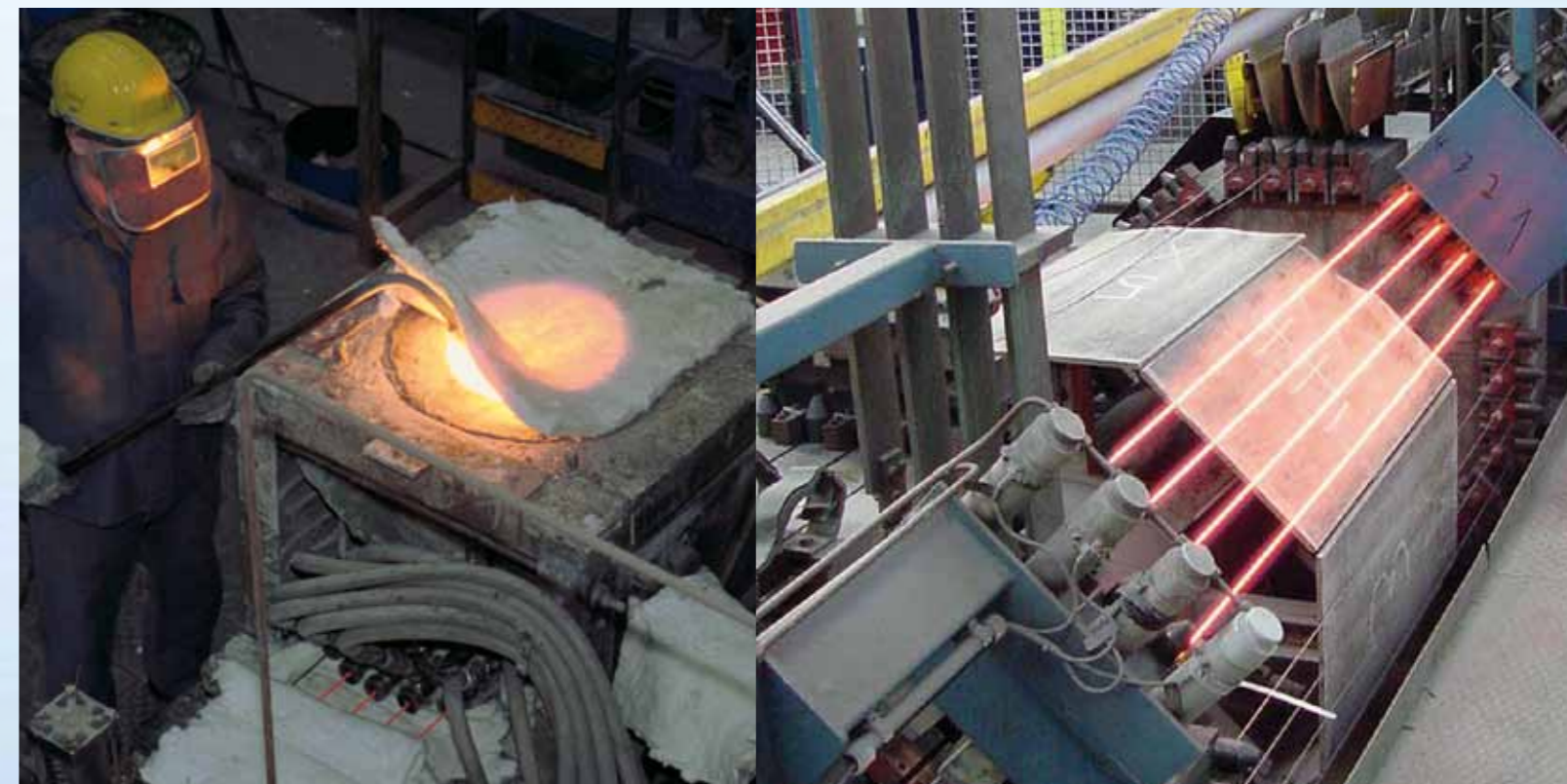
Qualität	Legierungs- typ	Beschichtungsverfahren				PS/HVOF
		PTA	FSS	FSW	FSK	
Super DUR WC-P	WSC-Ni/60-40	•				
Super DUR W 6 Ni-P	WSC-Ni/40-60		•	•		

Beschichtungsverfahren  
 PTA: Plasmapulverauftragschweißen, FSS: Flamspritzen (warm), FSW: Flamspritzen (warm), FSK: Flamspritzen (kalt),  
 PS/HVOF: Plasmaspritzen/Hochgeschwindigkeitflamspritzen, LÖT: Pulver zur Erzeugung von Hochtemperatur-Lötpasten

### Stranggießen

Der Bereich Sonderwerkstoffe verfügt über zwei modern eingerichtete horizontale Stranggießanlagen zur Herstellung von Hartlegierungsstäben.

Zur Erzeugung von Stäben werden geeignete Rohstoffe in Induktionsöfen verflüssigt und anschließend in einen Gießofen umgefüllt. Um eine optimale Schweißbarkeit der Qualitäten zu erreichen, wird die Schmelze während des Stranggießprozesses mit Schutzgas gespült. Die Stäbe werden gerichtet und dann auf die vom Kunden gewünschte Länge getrennt. Auf Wunsch wird die Staboberfläche geschliffen. Diese Anlagen werden auch für die Erzeugung von Dentallegierungen verwendet.



## Zusammenstellung von Stranggussstäben

### Kobalt-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Stabes in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Fe	B	Sonstige
Celsit V	Alloy 6	1,1	1,3	27,0		1,0	4,5	1,0		
Celsit SN	Alloy 12	1,8	1,3	29,0		1,0	8,5	1,0		
Celsit N	Alloy 1	2,4	1,1	32,0		1,0	13,0	1,0		
Celsit 20	Alloy 20	2,2		32,0		1,0	16,5	1,0		
Celsit 21	Alloy 21	0,25	0,5	28,0	5,0	2,8		1,0		
Celsit F	Alloy F	1,6	1,2	26,5		23,0	12,5	1,0		
SZW 6002	Alloy 4H	1,7	0,8	32,0		0,5	11,0	1,0		
SZW 6014	Alloy 12 AWS	1,45	1,2	29,0		0,5	8,5	1,0		
SZW 6043	Alloy T-400	0,08	2,4	8,5	27,5	1,5		1,5		

### Nickel-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Stabes in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Co	W	Fe	B	Sonstige
Nibasit T-7	Alloy T-700	0,04	2,9	15,0	32,0	0,5		0,5		
SZW 36	Ni 60	0,8	3,6	16,0				17,0		
Niborit 4		0,3	3,5	7,5				3,0	1,5	
SZW 6026	Alloy 60-Weich	0,7	2,0	14,5				4,5	3,2	
SZW 6024	Alloy 60-Hart	0,75	2,0	14,5				4,0	3,8	
SZW 6037	Alloy 50	0,6	3,5	11,5				3,7	1,9	

### Eisen-Basis

Qualität	Legierungstyp	Richtanalyse des Stabes in Gew.-%								
		C	Si	Cr	Mo	Ni	W	Co	B	Sonstige
Antinit DUR 300		0,08	5,5	21,5		7,8		<0,05		Mn 6,2
EVT 50 S	Everit 50 S	2,0	0,4	25,5	3,2			<0,07		V 0,5
SEO		3,9	0,6	31,0						
Fe-CNB		1,2	2,1	10,0	1,7	5,5		1,5	2,7	
Fesit V-P	TS-1	1,2	5,0	30,0		10,0		12,0		
Fesit SN-P	TS-2	2,0	5,0	35,0		10,0		12,0		
Fesit N-P	TS-3	3,0	5,0	35,0		10,0		12,0		

Weitere Stranggussstab-Qualitäten sind auf Anfrage lieferbar.

## Verwendung von Stranggussstäben

### Kobalt-Basis

Qualität	Legierungstyp	Auftragschweißen		Verwendung als Kernstäbe
		Gas	WIG	
Celsit V	Alloy 6	•	•	•
Celsit SN	Alloy 12	•	•	•
Celsit N	Alloy 1	•	•	•
Celsit 20	Alloy 20	•	•	•
Celsit 21	Alloy 21	•	•	•
Celsit F	Alloy F	•	•	•
SZW 6002	Alloy 4H	•	•	•
SZW 6014	Alloy 12 AWS	•	•	•
SZW 6043	Alloy T-400	•	•	•

### Nickel-Basis

Qualität	Legierungstyp	Auftragschweißen		Verwendung als Kernstäbe
		Gas	WIG	
Nibasit T-7	Alloy T-700		•	
SZW 36	Ni 60		•	
Niborit 4	Alloy 40	•	•	
SZW 6026	Alloy 60-Weich	•	•	
SZW 6024	Alloy 60-Hart	•	•	
SZW 6037	Alloy 50	•	•	

### Eisen-Basis

Qualität	Legierungstyp	Auftragschweißen		Verwendung als Kernstäbe
		Gas	WIG	
Antinit DUR 300			•	
EVT 50 S	Everit 50 S		•	•
SEO			•	•
Fe-CNB (***)				
Fesit V-P	TS-1		•	
Fesit SN-P	TS-2		•	
Fesit N-P	TS-3		•	

#### Bemerkung

Auftragschweißen: Gas: Gasschweißen (Autogenschweißen)/O  
WIG: Wolframinertgasschweißen/W

Kernstäbe: Verwendung bei umhüllten Stabelektroden  
\*\*\*: Verwendung für Schleudergießen (z.B. Kunststoffindustrie)

## Lieferbare Abmessungen von Stranggussstäben

### Kobalt-Basis

Qualität	Stabdurchmesser in mm				
	Ø 3,0/3,2	Ø 4,0	Ø 5,0	Ø 6,0/6,4	Ø 8,0
Celsit V	•	•	•	•	•
Celsit SN	•	•	•	•	•
Celsit N	•	•	•	•	•
Celsit 20	•	•	•	•	•
Celsit 21	•	•	•	•	•
Celsit F	•	•	•	•	•
SZW 6002	•	•	•	•	•
SZW 6014	•	•	•	•	•
SZW 6043	•	•	•	•	•

### Nickel-Basis

Qualität	Stabdurchmesser in mm				
	Ø 3,0/3,2	Ø 4,0	Ø 5,0	Ø 6,0/6,4	Ø 8,0
Nibasit T-7			•		
SZW 36			•		
Niborit 4		•	•	•	•
SZW 6026		•	•	•	•
SZW 6024		•	•	•	•
SZW 6037		•	•	•	•

### Eisen-Basis

Qualität	Stabdurchmesser in mm				
	Ø 3,0/3,2	Ø 4,0	Ø 5,0	Ø 6,0/6,4	Ø 8,0
Antinit DUR 300		•	•	•	•
SEO		•	•	•	•
Fesit V	•	•	•	•	•
Fesit SN	•	•	•	•	•
Fesit N	•	•	•	•	•

#### Stablängen

Stäbe in Standardausführung sind gerichtet und in den Längen von 350, 400, 450, 500, 1.000 und 2.000 mm lieferbar. Weitere Längen sind auf Anfrage lieferbar.

#### Staboberfläche

Stäbe in Standardausführung haben eine stranggegossene blanke Oberfläche. Stäbe sind auf Anfrage in geschliffener Ausführung lieferbar.

## Typische Eigenschaften von Pulverbeschichtungen und Auftragschweißungen

Beschichtungs- und Auftragschweißverfahren	Schichtdicke (mm)	Aufmischung (%)	Werkstück-erwärmung beim Beschichten	Verzug nach dem Beschichten
Plasmaschweißen (PTA)	2,0 – 6,0 mm pro Lage	5 – 20 %	hoch aber örtlich	hoch
Flammspritzschweißen	bis 2,0 mm	< 5 %	mittel	mittel
Flammspritzen (Warm)	0,5 – 2,0 mm	0 %	hoch	gering
Flammspritzen (Kalt)	0,5 – 2,0 mm	0 %	sehr gering	kein Verzug
Plasma- und HVOF-Spritzen	bis 0,8 mm	0 %	sehr gering	kein Verzug
Gasschweißen	1,5 – 5,0 mm pro Lage	< 5 %	sehr hoch	hoch
WIG-Schweißen	1,5 – 5,0 mm pro Lage	10 – 30 %	hoch aber örtlich	hoch

## Richtwerte für die Schweißguthärte bei Raumtemperatur und für die Warmhärte von reinem Schweißgut

### Kobalt-Basis

Qualität	HRC bei RT	Warmhärte in HV10 bei									
		20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	800 °C	900 °C
<b>Celsit V, ... V-P</b>	41	410	394	344	330	322	311	272	197	180	152
<b>Celsit SN, ... SN-P</b>	48	485	447	412	401	388	368	357	333	285	230
<b>Celsit N, ... N-P</b>	53	626	605	571	523	487	451	445	386	304	263
<b>Celsit 20</b>	56										
<b>Celsit 21, ... 21-P</b>	32	325	291	271	254	239	222	201	186	166	150
<b>Celsit FN-P</b>	43										
<b>Celsit F, ... F-P</b>	45	446	442	400	355	333	315	304	295	271	228
<b>CN20Co50-P</b>	230 HB										
<b>Celsit T4-P</b>	55										
<b>Coborit 45-P</b>	45	447	447	428	409	390	361	295	238	271	
<b>Coborit 50-P</b>	50										
<b>Coborit 60-P</b>	60	760	740	700	650	580	500	420	225		
<b>SZW 6002</b>	53										
<b>SZW 6014</b>	46										
<b>SZW 6043</b>	54										

## Richtwerte für die Schweißguthärte bei Raumtemperatur und für die Warmhärte von reinem Schweißgut

### Nickel-Basis

Qualität	HRC bei RT	Warmhärte in HV10 bei									
		20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	800 °C	900 °C
<b>Nibasit T-7</b>	47										
<b>Niborit 20-P</b>	42										
<b>Niborit 4-P</b>	40	400	388	377	366	344	285	222	120		
<b>Niborit 45-P</b>	45										
<b>Niborit 5-P</b>	50	540	515	471	447	420	380	280	138		
<b>SZW 5029</b>	55										
<b>Niborit 6-P</b>	60	740	674	657	626	580	502	368	170		
<b>Niborit 7-P</b>	62										
<b>Niborit Al 0,8-P</b>	34										
<b>Niborit Al 1-P</b>	32										
<b>Niborit 234-P</b>	33										
<b>Niborit 237-P</b>	34										
<b>Nibasit Al 5-P</b>	Haftgrund										
<b>Nibasit T7-P</b>	47										
<b>NiCr70Nb-P</b>	170 HB										
<b>SZW 36</b>	250 HV										
<b>SZW 6026</b>	54										
<b>SZW 6024</b>	58										

### Eisen-Basis

Qualität	HRC bei RT	Warmhärte in HV10 bei									
		20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	800 °C	900 °C
<b>KW 40-P</b>	44-55										
<b>KWA-P</b>	20-40										
<b>SKWAM-P</b>	30-55										
<b>AS 4-P</b>	170 HB										
<b>AS 4-P/LC</b>	170 HB										
<b>A7CN-P</b>	170 HB										
<b>Antinit</b>											
<b>DUR 300, ...-P</b>	30	420	381	351	326	278					
<b>EVT 50 S</b>	48										
<b>Ledurit 40-P</b>	43										
<b>SEO, ... -P</b>	57	650	650	650	526	428	435	335	238	222	141
<b>Ledurit 64CA-P</b>	> 60										
<b>Fesit V-P</b>	38										
<b>Fesit SN-P</b>	45										
<b>Fesit N-P</b>	51										
<b>Super DUR WC-P</b>	> 60										
<b>Super DUR W 6 Ni-P</b>	> 60										

#### Bemerkung

Die angegebenen Härtewerte gelten für den Legierungstyp unabhängig von der Produktform bzw. den Beschichtungsverfahren.

## Physikalische Eigenschaften

### Wärmeausdehnung

Qualität	Wärmeausdehnung in 10 <sup>-6</sup> m/m°C bei den Temperaturen (°C)								
	20-100	20-200	20-300	20-400	20-500	20-600	20-700	20-800	20-900
Celsit V, ... V-P	11,9	13,5	14,0	14,4	14,7	15,3	15,8	16,0	16,1
Celsit SN, ... SN-P	11,3	12,5	12,9	13,3	13,7	14,2	15,0	15,1	15,3
Celsit N, ... N-P	11,1	11,6	12,3	12,8	13,0	13,3	14,0	14,4	14,6
Celsit 21, ... 21-P	11,3	12,3	13,0	13,6	14,0	14,3	14,9	15,2	15,5
Celsit F, ... F-P	11,5	12,6	13,0	13,2	13,5	13,9	14,5	14,9	15,4
Coborit 45-P	9,7	10,8	11,9	12,3	12,8	13,4	13,8	14,1	
Coborit 60-P	11,5	13,6	14,2	14,9	15,2	15,5	15,9	16,7	
Niborit 4-P	11,4	12,7	12,9	13,3	13,5	13,9	14,5	14,9	15,4
Niborit 5-P	11,4	12,1	12,2	12,5	12,7	12,9	13,4	13,8	14,2
Niborit 6-P	11,0	11,6	12,0	12,3	12,5	12,8	13,1	13,5	14,0
KW 40-P	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0				
KWA-P	10,0	10,0	10,5	10,5	11,0				
SKWAM-P	10,5	11,0	11,0		12,0				
AS 4-P	16,5	17,5	17,5	18,5	18,5				
A7CN-P					18,0				
Antinit DUR 300, ...-P						15,7			
SEO, ... -P	11,3	12,5	13,1	13,3	13,5	13,6	14,4	14,5	14,5

### Spezifisches Gewicht, Schmelzintervall und Wärmeleitfähigkeit

Qualität	Spez. Gewicht g/cm <sup>3</sup>	Schmelzintervall		Wärmeleitfähigkeit W/mK
		°C	°F	
Celsit V, ... V-P	8,30	1240-1340	2265-2445	15,0
Celsit SN, ... SN-P	8,40	1220-1310	2228-2390	15,0
Celsit N, ... N-P	8,70	1230-1290	2245-2355	15,0
Celsit 21, ... 21-P	8,35	1360-1405	2480-2560	
Celsit F, ... F-P	8,40	1230-1290	2245-2355	
CN20Co50-P	9,15	1345-1395	2455-2545	10,5
Coborit 45-P	8,30	1080-1150	1975-2100	
Coborit 50-P	8,30	1040-1120	1905-2050	
Coborit 60-P	8,40	1005-1210	1840-2210	
Niborit 4-P	8,20	1000-1150	1830-2100	
Niborit 45-P	8,20	990-1130	1815-2065	
Niborit 5-P	8,10	980-1070	1795-1960	
Niborit 6-P	7,90	960-1030	1760-1885	
KW 40-P	7,70			30,0
KWA-P	7,70	1476-1501	2690-2735	25,0
SKWAM-P	7,70	1435-1470	2615-2680	25,0
AS 4-P	7,80	1412-1441	2575-2625	15,0
A7CN-P	7,90			15,0
Antinit DUR 300, ...-P	7,80	1360-1390	2480-2535	
SEO, ... -P	7,50	1230-1325	2245-2415	

## Eigenschaften von Beschichtungen mit Metallpulvern und Strangussstäben der Deutschen Edelstahlwerke

Qualität	Adhäsiver	Abrasiver	Schlag-	Korrosion	Inter-	Hitze-	Hoch-	Temperatur-	Mag-
	Verschleiß	Verschleiß	bean- spruchung *)	Korrosion	kristalline Korrosion	beständig	warmfest	wechsel- beständig	netisch
Celsit V, ... V-P	•		•	•	•	•	•	•	
Celsit SN, ... SN-P	•	•	•	•	•	•	•	•	
Celsit N, ... N-P		•		•		•	•	•	
Celsit 20		•		•		•	•	•	
Celsit 21, ... 21-P	•		•	•	•	•	•	•	
Celsit FN-P	•		•	•		•	•	•	
Celsit F, ... F-P	•		•	•		•	•	•	
CN20Co50-P	•		•	•	•	•	•	•	
Coborit 45-P	•		•	•			•	•	
Coborit 50-P	•	•		•			•	•	
Coborit 60-P	•	•		•			•	•	
SZW 6002	•	•	•	•		•	•	•	
SZW 6014	•	•	•	•		•	•	•	
SZW 6043	•	•	•	•	•	•	•	•	
Nibasit T-7	•	•	•	•	•	•	•	•	
Niborit 20-P	•		•	•			•	•	
Niborit 4-P	•		•	•			•	•	
Niborit 45-P	•		•	•			•	•	
Niborit 5-P	•	•	•	•			•	•	
SZW 5029	•	•		•			•	•	
Niborit 6-P	•	•		•			•	•	
Niborit 7-P	•	•		•			•	•	
Nibasit Al 5-P				•				•	
NiCr70Nb-P	•			•	•	•	•	•	
Nibasit P 60-P	•			•		•	•	•	
SZW 36	•			•		•	•	•	
SZW 6026	•	•		•			•	•	
SZW 6024	•	•		•			•	•	
SZW 6037	•	•	•	•			•	•	
KW 40-P	•		•	•	•	•			•
KWA-P	•		•	•		•			•
SKWAM-P	•		•	•		•			•
AS 4-P				•				•	
AS 4-P/LC				•	•			•	
A7CN-P			•	•	•				
Antinit DUR 300, ...-P	•			•	•	•	•	•	•
Ledurit 40-P	•	•	•	•		•	•		•
SEO, ... -P	•	•	•			•			•
SZW 5013	•		•	•		•	•	•	
SZW 5033	•		•	•		•	•	•	
Super DUR WC-P		•	•						
Super DUR W 6 Ni-P		•	•						

• = beständig/ja

\*) Die Korrosionsbeständigkeit hängt im Wesentlichen von Medium und Temperatur ab (siehe Tabelle Seite 16).



## Korrosionsverhalten von Metallpulvern und Stranggussstäben der Deutschen Edelstahlwerke

Korrosionsmedium	Konzentration Gew.-%	Temperatur °C	Abtragungsraten					
			Celsit 21	Celsit V	Celsit SN	Celsit N	Niborit 4	Niborit 6
Phosphorsäure H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	10	RT		1		1		2
	85	RT		1		1		2
Salpetersäure HNO <sub>3</sub>	10	65		1		1		4
	10	RT		1	1	1	4	4
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70	RT	1	1	1	1	4	4
	10	65	1	2	1	1	4	4
Salzsäure HCL	10	RT	1	1	1	1	3	2
	90	RT	1	2	1	1	4	4
Essigsäure CH <sub>3</sub> COOH	10	65	1	4	4	1	4	4
	5	RT	1	3	3	1		2
Flußsäure HF	37	RT	2	4	4	3-4		
	10	ST		4	4	4		
Chromsäure	20	RT	1	1	1			
	90	RT	1	1	1			
Natronlauge NaOH	30	ST	1	1	1		4	4
	6	RT		4	4	2		
Kupferchlorid CuCl <sub>2</sub>	40	ST				4		
	10	RT		1	1	1		1
Eisenchlorid FeCl <sub>3</sub>	10	ST		4		4		4
	10	RT		1	1	1		1
Ammoniumnitrat NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40	RT		1		1		1
	5	ST				1		1
Straußtest	2	RT		1		1		
	10	RT		1		1		
			1	1	3	1		2

**Bemerkung**  
RT: Raumtemperatur  
ST: Siedetemperatur

**Abtragungsraten**  
1 = < 1 g/m<sup>2</sup>Tag  
2 = 1-10 g/m<sup>2</sup>Tag  
3 = 11-25 g/m<sup>2</sup>Tag  
4 = > 25 g/m<sup>2</sup>Tag

## Anwendung von Metallpulvern und Stranggussstäben der Deutschen Edelstahlwerke

Branche	Teile zum Auftragschweißen bzw. Beschichten	Metallpulver bzw. Stranggussqualitäten
Automobil/Fahrzeuge	Motorenventile, Sitze	Celsit FN-P, Celsit F-P, Celsit V-P, Celsit SN-P, SZW 5013, SZW 5033, Celsit F
Schiffbau	Motorenventile, Sitze	Celsit V-P, Celsit SN-P, Nibasit P 60-P, Celsit V, Celsit SN, Nibasit T-7, SZW 36, SZW 6002, SZW 6024, SZW 6026, SZW 6043
Glas	Pegel, Matrizen, Preßformen, Mündungen	Niborit 4-P, Niborit Al 0,8-P, Niborit Al 1-P, Niborit 234-P, Niborit 237-P
Kraftwerke	Ventile, Spindeln, Buchsen, Kegel, diverse Verschleißteile	Celsit V-P, Celsit SN-P, Celsit 21-P, Celsit V, Celsit SN, Celsit 21, Antinit DUR 300-P, KWA-P, SKWAM-P
Kunststoff	Extruderschnecken, Buchsen	Celsit V-P, Celsit SN-P, Celsit N-P, Niborit 5-P, Celsit V, Celsit SN, Celsit N
Pumpen, Armaturen	Sitz- und Führungsflächen, Kegel, Spindeln, diverse Verschleißteile	Celsit V-P, Celsit SN-P, Celsit 21-P, KWA-P, SKWAM-P, Celsit V, Celsit SN, Celsit 21
Holz, Papier	Motorsägeschienen, Schneidleisten, Schneidmesser, Rührkörper	Celsit V-P, Celsit SN-P, Celsit N-P, Niborit 5-P, Niborit 6-P, Celsit V, Celsit SN, Celsit N
Stahl- und Metallverarbeitung	Transportrollen, Führungsrollen, Warmscheren, Rost, Walzwerkwalzen	Celsit V-P, Celsit SN-P, Celsit N-P, Celsit 21-P, SEO-P, Niborit 6-P, Coborit 60-P, Celsit V, Celsit SN, Celsit N, Celsit 21, SEO
Landwirtschaft	Flugschar, Schneidscheiben, Erdaufreißer	SEO-P, Niborit 5-P, Niborit 6-P, Super DUR W-6 Ni-P, Super DUR WC-P, SEO, SZW 6024
Zement, Bergbau, Steine, Erde	Hochdruckstempel, Förderschnecken, Baggerzähne, Messerschneiden, Brecherbacken, Mahlkörper, Verschleißplatten	Niborit 6-P, SEO-P, Super DUR WC-P, Super DUR 6 Ni-P, SEO, SZW 6024
Chemie	Buchsen, Sitzflächen, Rotorwellen, Lauf- und Dichtflächen	AS4-P/LC-P, Celsit 21-P, Celsit V-P, Celsit 21, Celsit V
Puffermaterial	Rißbildung bei den Hartauftragsschweißungen durch Puffern reduzieren	CN20Co50-P, Celsit 21-P, NiCr70Nb-P, A7CN-P, Celsit 21
Haftgrund	Haftgrund zum thermischen Spritzen	Nibasit Al 5-P

## Praktische Hinweise beim Auftragschweißen von Hartlegierungen

Probleme	Ursachen	Gegenmaßnahmen
Bindefehler	Schweißparameter	Optimierung der Schweißparameter
Flankenfehler	Flanken zu steil, kein Radius	Wannenlage mit Flankenwinkel von 30-45°, Radius drehen (R1-3)
Maßhaltung	Grundwerkstoff in Fertigmaß angeliefert oder wenig Aufmaß bei Grundwerkstoff	Kantenaufbau (z.B. Kupferbacken), artgleicher SZW-Aufbau, Pufferung
Schrumpfung oder Verzug	Hohe Schweißspannungen, hohe Schweiß- und Zwischenlagentemperatur, mehr Lagenzahl	Schweißvorrichtung, möglichst wenige Lagenzahl, niedrige Schweiß- und Zwischenlagentemperatur (wenn keine Risse)
Rissbildung	Sehr harter Schweißzusatz, Grundwerkstoff mit hohem C-Gehalt, niedrige Schweiß- und Zwischenlagentemperatur, mehr Lagenzahl.	Pufferung, Grundwerkstoff mit niedrigem C-Gehalt, Anpassung der Wärmeausdehnungen, hohe Schweiß- und Zwischenlagentemperatur, geringere Lagenzahl, geeignetes Schweißverfahren
Heißrissbildung	Überhitzung von Schmelzbad, hohe Schweiß- und Zwischenlagentemperatur, analytische Verunreinigungen, unerwünschte Spurenelemente	Überhitzung vermeiden, niedrige Schweiß- und Zwischenlagentemperatur, keine analytischen Verunreinigungen, keine unerwünschten Spurenelemente
Porenbildung	Überhitzung von Schmelzbad, analytische Verunreinigungen, unerwünschte Spurenelemente, Flammeneinstellung, Reaktionen zur Gasbildung	Keine Überhitzung von Schmelzbad, keine analytischen Verunreinigungen, keine unerwünschten Spurenelemente, optimale Flammeneinstellung, keine Reaktionen zur Gasbildung
Oxidhaut-/Schlackenbildung	Zunderhaltige Grundwerkstoffoberfläche, Oxid- und Schlackenbildner in der Analyse (z.B. Al, Ti), Schutzgas nicht ausreichend	Metallisch blanke Grundwerkstoffoberfläche, keine Oxid- oder Schlackenbildner in der chemischen Zusammensetzung, mehr Schutzgas

Für weitere Informationen bzw. Beratungen steht Ihnen unser Technikteam zur Verfügung.



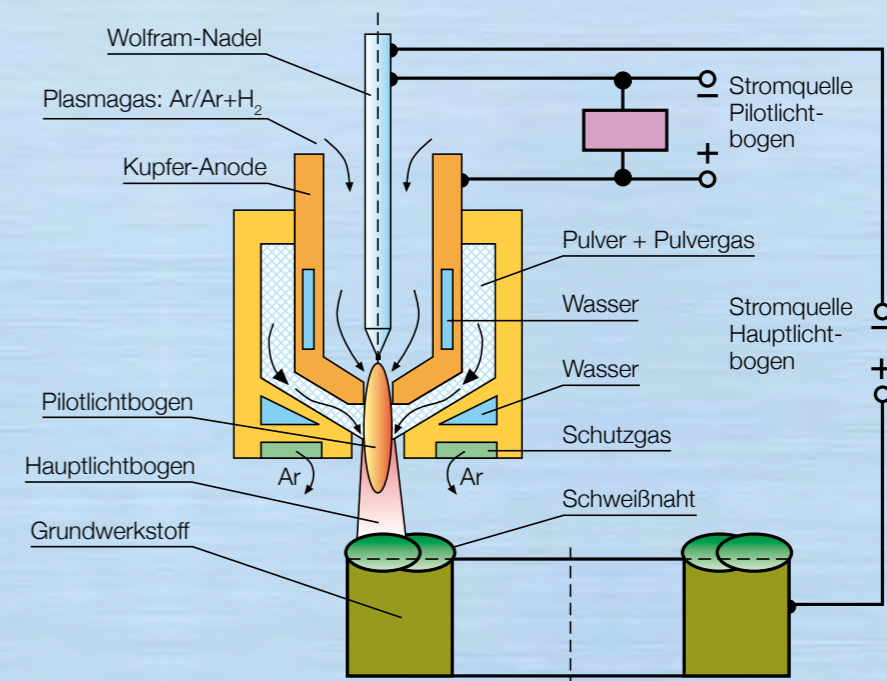
## Auftragschweißen und thermisches Spritzen

### Metallpulver-Beschichtungsverfahren

#### Plasmapulverauftragschweißen (PTA)

Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Plasmaschweißprozess mit kontinuierlicher Pulverzuführung. Die Pulverzuführung kann sowohl separat als auch direkt über den Brenner erfolgen. Der Lichtbogen brennt zwischen Wolframelektrode und Werkstück. Er wird mit Hilfe eines Pilotlichtbogens zwischen Wolframelektrode und Kupferdüse (Anode) gezündet und gleichzeitig stabilisiert. Hauptlichtbogen und Pilotlichtbogen werden unabhängig voneinander von einer eigenen Stromquelle versorgt. Die Wolfram-Elektrode wird mit Argon als Zentrumschutzgas umhüllt. Im Lichtbogen wird das Argon ionisiert und bildet so einen Plasmastrahl hoher Energiedichte. Thermische und magnetische Effekte unterstützen diesen Vorgang. Mit Hilfe der äußeren Düse wird Argon-Schutzgas zugeführt. Dieses Schutzgas schützt das Schmelzbad vor Sauerstoffzutritt. Die Pulverzufuhr in den Lichtbogen erfolgt über eine

mechanische Dosiereinrichtung und ein Pulverfördergas. In der Regel wird Argon verwendet. Die Pulverkörner können sowohl fest als auch geschmolzen in das Schmelzbad gelangen. Dies ist abhängig von der Größe, Form und Menge der Körner, von den wärmephysikalischen Eigenschaften des Pulvers und des Plasmas sowie von der Aufenthaltsdauer der Pulverkörner im Plasma. Das Plasmapulverauftragschweißen mit Metallpulvern gewinnt in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung. Dieses Verfahren ermöglicht ein Auftragen von hochschmelzenden Pulverlegierungen, die in Stab- oder Drahtform oft nicht oder schwer herstellbar sind. Die Vorteile des Plasmapulverauftragschweißens bestehen unter anderem in der genauen Einstellmöglichkeit von Einbrandtiefe und Auftragdicke (Aufmischung) und in der hohen Energiedichte des Plasmastrahls. Aufgrund der kontinuierlichen Pulverzuführung werden Auftragschweißungen von höchster Gleichmäßigkeit und Porensicherheit erreicht, so dass gerade



Schematische Darstellung eines Plasmapulverauftragschweißbrenners

für die Serienproduktion ein hoher Automatisierungsgrad möglich ist. Eingesetzt werden Metallpulver der Deutschen Edelstahlwerke für Panzerungen von Lauf- und Dichtflächen an Gas-, Wasser-, Dampf- und Säurearmaturen, weiterhin in der Ventiltfertigung für Fahrzeug- und Schiffmotoren sowie für hochbeanspruchte und verschleißfeste Panzerungen an Warmarbeits-, Mahl-, Rühr-, Förder- und Bohrwerkzeugen. Beim Plasmapulverauftragschweißen sind die Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen je nach Grundwerkstoff, Abmessung und Lagenzahl festzulegen.

### Flammspritzschweißen

Das Flammspritzschweißen ist ein Oberflächenbeschichtungsverfahren, bei dem das Metallpulver als Zusatzwerkstoff durch einen Brenner aus kurzer Entfernung auf den Grundwerkstoff aufgespritzt und gleichzeitig eingeschmolzen wird. Dadurch gibt es zwischen der Spritzschicht und dem Grundwerkstoff eine dem Schweißen vergleichbare Schmelzverbindung. Bei diesem Verfahren ist vor der eigentlichen Haftgrundvorbereitung die Oberfläche des Werkstücks von

Rost, Fett und Öl sorgfältig zu reinigen. Das Aufrauen der metallisch reinen Oberfläche sollte durch Strahlen oder Raudrehen erfolgen, um eine gute Verklammerung mit der Spritzschicht zu ermöglichen. Der Spritzvorgang sollte unmittelbar nach der Oberflächen-Vorbereitung erfolgen. Dieses Verfahren ist zum Auftragen dünner Schichten, kleiner Flächen und Kanten in vielen Positionen gut geeignet. Oft wird es auch in Reparaturfällen angewendet.

Als Grundwerkstoffe können niedrig- bis hochlegierte rostfreie Stähle, Stahlguss, Temperguss und Gusseisen mit Lamellen- und Kugelgraphit verwendet werden. Für dieses Verfahren stehen Metallpulver-Qualitäten auf Ni-Basis mit Cr-Si-B-Anteilen und gemischte Pulverqualitäten zur Verfügung.

### Flammspritzen

Das Pulver-Flammspritzen ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem das Spritzpulver mit Hilfe einer Brenngas-Sauerstoff-Flamme aufgeschmolzen und auf die Oberfläche des Werkstückes gespritzt wird. Bei diesem Verfahren liegt eine Flammtemperatur von etwa 3.100 °C

zugrunde. Die Pulverpartikel erreichen je nach Teilchengröße, Spritzabstand und Betriebsdaten der Spritzpistole eine Geschwindigkeit bis zu 250 m/s. Während des Flammendurchgangs sollten die Pulverteilchen in aufgeschmolzenem und/oder teigigem Zustand vorliegen.

Das Pulver-Flammspritzen lässt sich in zwei Verfahrensvarianten einteilen:

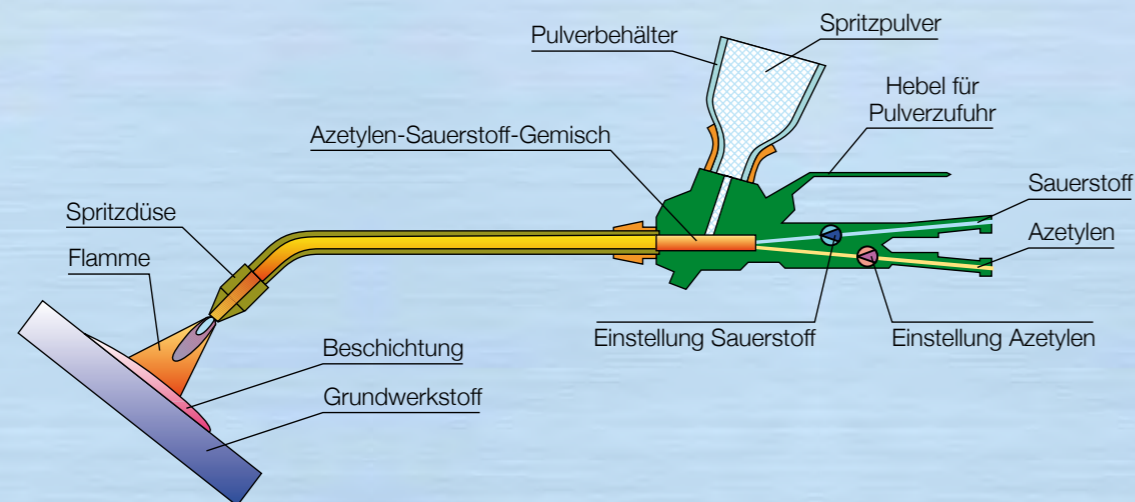
- Pulver-Flammspritzen ohne thermische Nachbehandlung (Kaltverfahren)
- Pulver-Flammspritzen mit nachfolgendem Einschmelzen (Warmverfahren)

Beim Flammspritzen ist vor der eigentlichen Haftgrundvorbereitung die Oberfläche des Werkstücks von Rost, Fett und Öl sorgfältig zu reinigen. Das Aufrauen der metallisch reinen Oberfläche sollte durch Strahlen oder Raudrehen erfolgen, um eine gute Verklammerung mit der Spritzschicht zu ermöglichen. Der Spritzvorgang sollte unmittelbar nach der Oberflächenvorbereitung erfolgen. Beim Kaltverfahren wird eine Werkstücktemperatur von bis zu 300 °C nicht überschritten, so dass keine Veränderungen in der Gefügestruktur

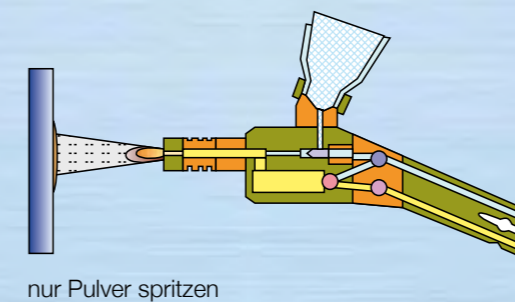
des Bauteils auftreten können. Bei diesem Kaltspritzverfahren, bei dem die Verzugsgefahr des Werkstückes sehr gering ist, können nahezu alle in der Industrie gebräuchlichen Metallpulverlegierungen aufgespritzt werden.

Bei dem Warmverfahren werden die aufgetragenen metallischen Spritzschichten nachträglich bei Temperaturen von 1.000 bis 1.200 °C eingesintert. Die Nachbehandlung kann entweder mit Hilfe von Brennern, mit Öfen oder durch Induktion erfolgen. Für diese Verfahrensvarianten werden nur noch so genannte selbstfließende Legierungen aus Nickelbasis und Kobaltbasis eingesetzt, bei denen die Legierungsanteile Bor und Silizium das Schmelzverbinden einleiten. Durch diesen Einschmelzvorgang werden dichte Spritzschichten erzeugt und erhalten hinsichtlich Homogenität, Haftung und Oberflächenrauheit weitaus verbesserte Eigenschaften. Einsatzgebiete dieser Pulver-Flammspritzverfahren liegen u.a. in der Chemischen Industrie, in der Glas-, Kunststoff- und Elektroindustrie sowie im Maschinen-, Pumpen- und Kompressorbau.

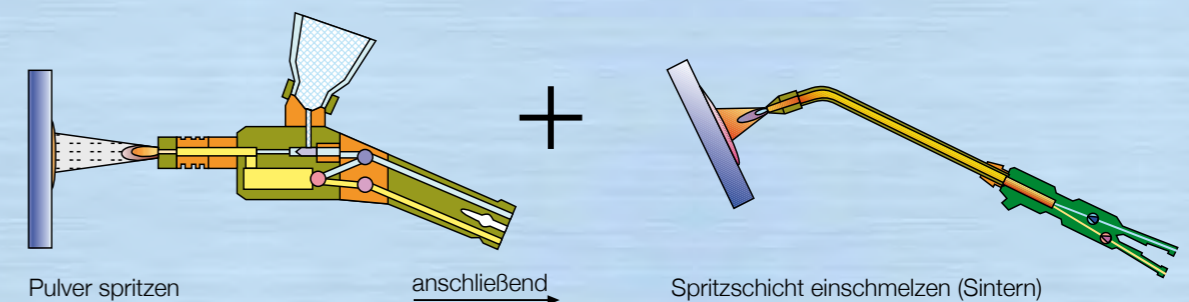
Schematische Darstellung des Flammspritzschweißens



Kaltverfahren



Warmverfahren



Schematische Darstellung des Flammspritzens

### Plasma- und Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF)

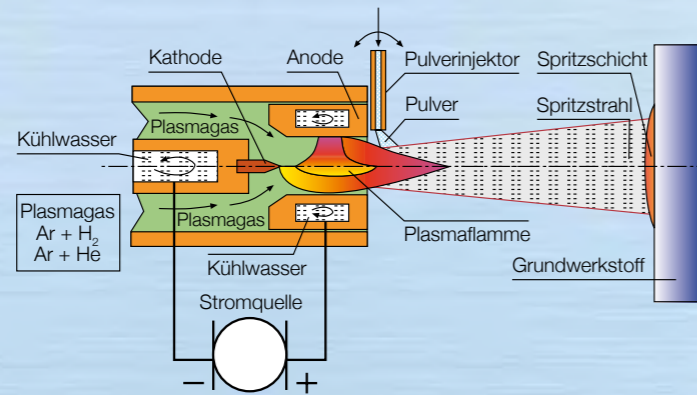
Das Plasmaspritzen gehört zu den so genannten Lichtbogenspritzverfahren. In einem Plasmabrenner wird ein elektrischer Lichtbogen zwischen einer zentrisch angeordneten wassergekühlten Wolframkathode und einer ebenfalls wassergekühlten düsenförmigen Kupferanode durch Hochfrequenz gezündet. In den Lichtbogen werden dann Gase wie Argon, Helium, Stickstoff oder Wasserstoff oder Mischungen dieser Gase unter hohem Druck eingeleitet. Die zugeführten Gase werden im Lichtbogen zum Plasma ionisiert und erreichen dabei Temperaturen bis 30.000 °C.

Diese heiße Plasmaströmung verlässt mit hoher Geschwindigkeit (etwa 1.000 m/s) als hell leuchtender Plasmastrahl die Brennerdüse. Das Spritzpulver wird mit Hilfe eines Fördergases innerhalb oder außerhalb des Brenners dosiert dem Plasmagasstrom zugeführt. Im Plasmastrahl wird das Spritzpulver auf hohe Geschwindigkeit beschleunigt (etwa 400 m/s), dort aufgeschmolzen und auf die Werkstückoberfläche geschleudert. Beim Auftreten auf die vorbehandelte Oberfläche bilden sich die flüssig oder teigig gewordenen Pulverteilchen zu flachen Lamellen aus und erstarren sofort. Der energiereiche Plasmastrom und die hohe Aufprallgeschwindigkeit der Pulverpartikel auf die Werkstückoberfläche ergeben dichte, festhaftende und qualitativ hochwertige Spritzschichten, die lamellenartig aufgebaut sind.

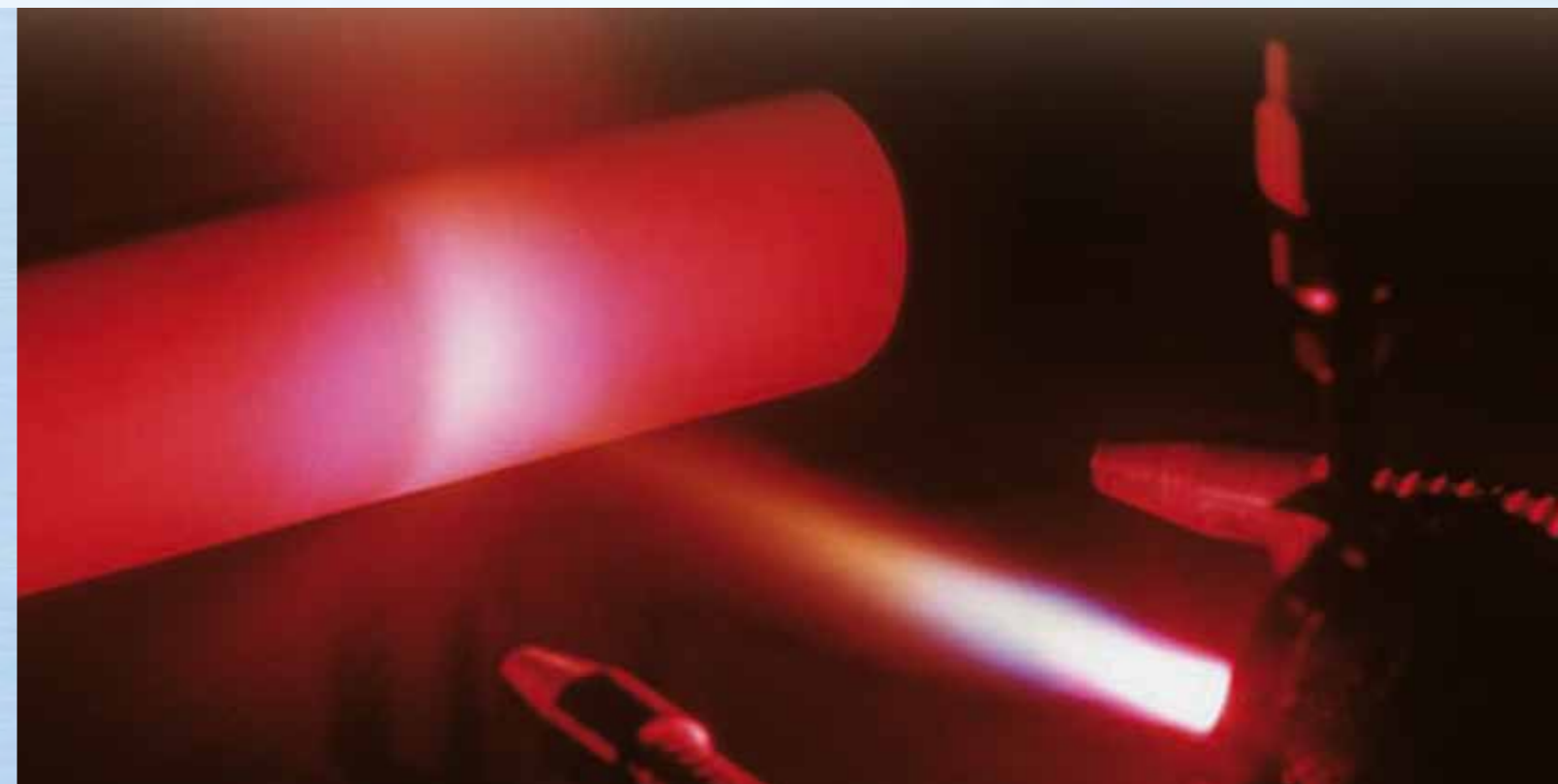
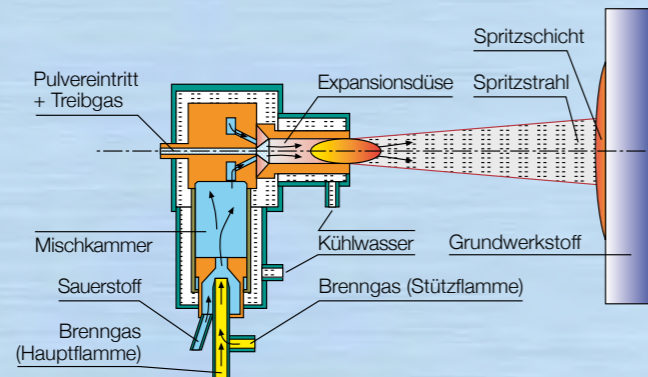
Das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) zeichnet sich gegenüber dem herkömmlichen Flammspritzen durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Flamme aus, die oberhalb der Schallgeschwindigkeit liegt. Eine HVOF-Anlage besteht aus einer Spritzpistole, Steuereinheit, Gasversorgung und einem Pulverförderer. Die Spritzpistole ist Hauptbestandteil der Anlage. Sie besteht aus einer Gasmischkammer, einem Verbrennungsraum und der Expansionsdüse. Das Spritzpulver wird über ein Dosiersystem mit Fördergas zentrisch durch die Brennkammer der HVOF-Flamme zugeführt, die aus einem Brenngas und Sauerstoffgemisch in der wassergekühlten Pistole gebildet wird. In der Expansionsdüse werden die Pulverpartikel weiter beschleunigt und erhitzt. Genau wie beim Plasmaspritzen werden hier aufgrund der hohen Aufprallgeschwindigkeit der Pulverpartikel und der energiereichen Flamme qualitativ hochwertige Spritzschichten erreicht.

Bei dem Plasma- und HVOF-Spritzen ist vor der eigentlichen Haftgrundvorbereitung die Oberfläche des Werkstücks von Rost, Fett und Öl sorgfältig zu reinigen. Das Aufräumen der metallisch reinen Oberfläche sollte durch Strahlen erfolgen, um eine gute Verklammerung mit der Spritzschicht zu ermöglichen. Der Spritzvorgang sollte unmittelbar nach der Oberflächenvorbereitung erfolgen. Die Hauptanwendungsgebiete des Plasma- und HVOF-Spritzens sind Schutzschichten, die gegen Verschleiß, Korrosion, Erosion, Hitze und Abrasion sowie Wärmeisolation in der Chemie-, Textil-, Papier- und Automobilindustrie sowie im Gasturbinen-, Flugtriebwerks-, Ofen-, Pumpen- und Reaktorenbau Verwendung finden.

Schematische Darstellung des Plasmaspritzens



Schematische Darstellung des Hochgeschwindigkeitsflammspritzens (HVOF)



## Auftragschweißverfahren mit Stranggussstäben

### Gasschweißen

Das Gasschweißverfahren wird mit der Azetylen-Sauerstoff-Flamme durchgeführt. Die chemische Zusammensetzung des Schweißgutes und damit die Eigenschaften der Auftragung ergeben sich aus der Zusammensetzung des Schweißstabes und der Vermischung mit dem Grundwerkstoff. Beim Gasschweißen wird der Grundwerkstoff wegen des niedrigen Schmelzpunktes der Hartlegierungen nicht aufgeschmolzen, sondern nur bis zum Anschwitzen erhitzt. Daher ist die Aufmischung mit dem Grundwerkstoff vernachlässigbar klein. Es ist üblich, Hartlegierungen mit reduzierender Flamme, also mit Gasüberschuss zu schweißen, weil bei neutraler Flammeneinstellung eine dichte Oxidschicht auf dem Schmelzbad entstehen würde, die das Schweißen behindert.

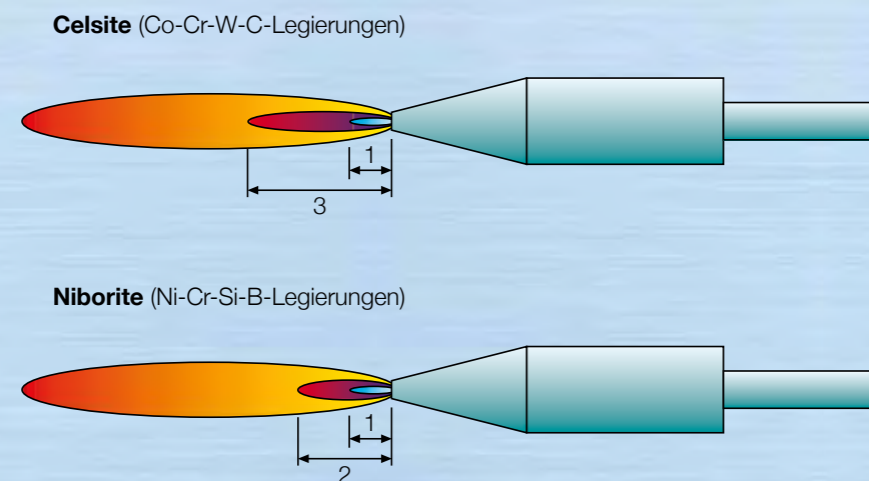
Bei reduzierender Gasflammeneinstellung setzt sich die Flamme aus drei Zonen zusammen, dem Flammenkern, der Flammenfeder und dem Außenmantel der Flamme. Mit steigendem Gasüberschuss kann Kohlenstoff in das flüssige Schweißbad gelangen. Dieser Kohlenstoff kann zu einer starken Aufkohlung und zur Entstehung der Poren im Schweißgut führen. Die Aufkohlung des Schmelzbades kann auch eine Erhöhung der Härte verursachen. Um Aufkohlung und Porenbildung zu reduzieren oder zu verhindern, werden die Hartlegierungen auf Co-Basis mit einer Flammeneinstellung 3:1-Verhältnis (Flammenfeder zu Flammenkern) und die Hartlegierungen auf Ni-Basis (Ni-Cr-Si-B-Legierungen) mit einer Flammeneinstellung 2:1-Verhältnis aufgeschweißt.

### WIG-Schweißen

Beim WIG-Schweißen tritt wegen des Argonschutzes kein Abbrand an Kohlenstoff oder anderer Legierungselemente auf. Die Zusammensetzung des Schweißgutes ergibt sich daher aus der Zusammensetzung der verwendeten Legierung und der Aufmischung mit dem Grundwerkstoff. Um die Aufmischung mit dem Grundwerkstoff möglichst klein zu halten, empfiehlt sich, die Spitze der Wolfram-Elektrode kegelstumpfförmig und nicht, wie üblich, spitz anzuschleifen. Damit vermeidet man einen stark konzentrierten Lichtbogen, der eine größere Aufschmelzung des Grundwerkstoffes bewirkt und damit eine höhere Vermischung mit dem Zusatzwerkstoff ergibt. Es ist so zu verfahren, dass der Lichtbogen auf das flüssige Schweißbad gerichtet wird

und nicht auf den Grundwerkstoff, damit eine geringere Aufmischung erreicht wird. Bei den Untersuchungen über den Mechanismus der Porenbildung zeigte sich, dass die Hauptursache auch beim WIG-Schweißen im Sauerstoffgehalt liegt. Das Schutzgas (Argon) verhindert, dass beim Schweißen Luftsauerstoff ins Schmelzbad gelangt. Zeigt sich dennoch eine Porenbildung, so muss diese im Zusammenhang mit einer Oxidschicht (Zunder) des Grundwerkstoffes und/oder mit einer Oxidation des Schweißstabes gesehen werden. Deshalb ist es wichtig, den Grundwerkstoff ausreichend zu säubern und andererseits den Schweißstab nicht zu früh aus der Schutzgasatmosphäre herauszunehmen. Der Grundwerkstoff kann – wie beim Gasschweißen – vor dem Auftragen der Hartlegierungsschicht gepuffert werden.

### Flammeneinstellung beim Gasschweißen



## Qualitätssicherung

Unsere Metallpulver und Stranggussstäbe unterliegen einer umfassenden Qualitätskontrolle. Zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung steht ein mit modernsten Analysegeräten ausgerüstetes Labor zur Verfügung. Geräte zur Durchführung von Siebanalysen sowie Messungen der Fließgeschwindigkeit, Schüttdichte, Härte und mechanisch-technologischen Eigenschaften gehören zur Standardausrüstung unserer Prüflabore.

Alle Produkte erfüllen die notwendigen Eigenschaften und Voraussetzungen als Mindeststandard.

Neben zahlreichen Kundenzulassungen sind die Deutschen Edelstahlwerke von unabhängigen Stellen zertifiziert und zugelassen.

## Weltweit

Die Deutsche Edelstahlwerke GmbH ist ein Unternehmen der in der ganzen Welt agierenden Swiss Steel Group. Die Vertriebsgesellschaften sind in allen wichtigen Regionen vertreten. Die einzigartige Unternehmenskultur, das Konzept mit seinen drei Säulen Produktion, Verarbeitung und Distribution qualifiziert uns als Lösungsanbieter und Technologietreiber, vor allem aber als ein zuverlässiger und qualitätsbewusster Partner für unsere Kunden, weltweit.

## Vertriebsnetz

Als Anbieter von Speziallösungen, Know-how und Service für die Stahlindustrie, wollen wir ständig weiter expandieren und unsere globale Position stärken. Die Swiss Steel Group Distribution sichert uns die Nähe zu unseren Kunden – überall in der Welt.

Bitte zögern Sie nicht, unser kompetentes Vertriebs- und Technikteam anzusprechen.

Für weitere Informationen oder Hilfestellungen:  
pulver@dew-stahl.com

Qualitätsmanagementsystem –  
DIN EN ISO 9001:2008

Qualitätsmanagementsystem –  
ISO/TS 16949:2009 –  
Krefeld

Laborakkreditierung –  
DIN EN ISO/IEC  
17025:2005

Schweisszusatzhersteller  
gem. KTA 1408  
- Kerntechnische  
Anlagen -

Umweltmanagementsystem –  
DIN EN ISO 14001:2004



### Allgemeiner Hinweis (Haftung)

Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen dienen der Beschreibung. Zusagen in Bezug auf das Vorhandensein bestimmter Eigenschaften oder einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets besonderer schriftlicher Vereinbarung. Druckfehler, Irrtümer und Änderungen vorbehalten.



DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE GMBH

Oberschlesienstr. 16  
47807 Krefeld

Tel. +49 (0)2151 3633 – 2051

Fax +49 (0)2151 3633 – 3877

pulver@dew-stahl.com

www.dew-stahl.com