

ALUNOX ist Ihr Programm:
Hartauftrag/Verschleiß und Reparaturen.



Das ALUNOX Programm zu Schweißzusätze Hartauftragung.

Schweißzusätze

Stabelektroden Fe-Basis

- EI 307 R | 1.4370
- EI 307 B | 1.4370
- EI 312 | 1.4337
- EH 245
- EH 330
- EH 340
- EH 360 R
- EH 360 B
- EH 380
- EH 515
- EH 526
- EH 528
- EH 531
- EH 540

Massivdrähte/ WIG-Stäbe Fe-Basis

- AX-307 | 1.4370
- AX-312 | 1.4337
- AX-250 | 1.8401
- AX-350 | 1.8405
- AX-450W | 1.2567
- AX-500 | 1.8425
- AX-600 | 1.4718
- AX-650W | 1.3348
- AX-650 | 1.2606

Fülldrähte Fe-Basis

- AX-FD-DW307 | 1.4370
- AX-FD-312 | 1.4337
- AX-FD-CrMn
- AX-FD-250
- AX-FD-400
- AX-FD-600
- AX-FD-600TiC/O
- AX-FD-HC
- AX-FD-43 | IUP&OA
- AX-FD-45 | IUP&OA
- AX-FD-WZ50

Speziallegierungen

- AX-MaCr1 | 1.4122
- AX-MaCr2 | 1.4115
- AX-MaCo12 | 1.6356
- AX-FD MaCr1 | 1.4122
- AX-FD MaCr2 | 1.4115

Kobalt-Basis-Legierungen

- AX-ES1 | I Stellite®1
- AX-ES6 | I Stellite®6
- AX-ES12 | I Stellite®12
- AX-ES21 | I Stellite®21
- AX-Co1 | I Stellite®1
- AX-Co6 | I Stellite®6
- AX-Co12 | I Stellite®12
- AX-Co21 | I Stellite®21
- AX-FD-Co1 | I Stellite®1
- AX-FD-Co6 | I Stellite®6
- AX-FD-Co12 | I Stellite®12
- AX-FD-Co21 | I Stellite®21



Elektrode



Stab



Spule



Fass

Verschleißmechanismen und Hartauftragung

Durch Verschleiß entsteht jährlich ein Verlust von mehreren Milliarden Euro weltweit. Unter dem Begriff Verschleiß versteht man sowohl den Materialverlust selbst als auch den Vorgang, der zu dem Materialverlust führt. Der Materialverlust aus der Oberfläche eines Werkstückes wird durch mechanische Ursachen infolge einer tribologischen Beanspruchung verursacht.

Eine tribologische Beanspruchung wird durch Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers hervorgerufen und führt dadurch zu Reibung und Verschleiß.

Die verschiedenen Verschleißmechanismen führen zu charakteristischen Erscheinungsformen entsprechend der untenstehenden Tabelle.

Um eine möglichst hohe Standzeit zu erreichen ist es notwendig, das vorliegende tribologische System genau zu erkennen und danach den Schweißzusatz auszuwählen.

Ein Schweißzusatz, der bei einer gleitenden Beanspruchung eine gute Standzeit erreicht, kann bei einer prallenden oder stoßenden Beanspruchung völlig versagen.

Oftmals sind auch mehrere Mechanismen für den Verschleiß verantwortlich.

Durch Schweißen einer Hartauftragung wird eine verschleißfeste Auftragsschicht erzeugt, die dem Angriff besonders gut widersteht.

Entscheidend für eine erfolgreiche Hartauftragung ist die Kenntnis der Verschleißart und die richtige Auswahl und die korrekte Durchführung der Hartauftragungsschweißung.

Durchführung der Auftragungsschweißung

Wenn die Oberfläche des Werkstückes sehr stark abgetragen ist, ist es oftmals sinnvoll, sogenannte Ergänzungslagen mit einem artgleichen oder niedrig legierten (weicheren) Schweißzusatz aufzufüllen, um die ursprüngliche Form vor der eigentlichen Hartauftragung wieder herzustellen.

Pufferlagen zwischen Werkstück und Auftragung sind immer dann sinnvoll, wenn der Grundwerkstoff rissanfällig ist, z.B. bei hochgekohlten oder legierten risseempfindlichen Stählen. Für die Pufferlage wird in der Regel ein Schweißzusatz vom Typ 1.4370, wie AX-307, EI 307 R, EI 307 B oder AX-FD-DW307 verwendet.

Vor der Hartauftragung wie auch vor dem Schweißen der Ergänzungs- und/oder der Pufferlage ist das Werkstück auf der Auftragsfläche von allen Verunreinigungen wie Fett, Öl, Farbe, Zunder und sonstigen Rückständen zu befreien.

Ebenfalls sind stark verformte oder sonstige in Mitleidenschaft gezogene Bereiche durch Schleifen oder Fräsen zu entfernen. Mit einer Elektrode wie AX-EFug ausgefugte Bereiche sind ebenfalls zu überschleifen. Die aufzutragende Oberfläche muss sauber, trocken und metallisch blank sein.

Risse oder sonstige Fehlstellen müssen ebenfalls komplett entfernt werden.

Die Vorwärmung- und Zwischenlagentemperatur hängt sowohl vom Grundwerkstoff als auch von der Auftragslegierung ab. Die Angaben der Grundwerkstoff-Hersteller sind ebenfalls zu beachten. Bei Fragen steht Ihnen das Team der ALUNOX mit Rat und Tat zur Seite.

Verschleißmechanismus	Erscheinungsform	Auswirkung und Folgen
Adhäsion	Fresser, Löcher, Kuppen, Schuppen	Materialabtrag durch Bildung und Abtrennung von Oberflächenanhaftungen
Abrasion	Kratzer, Riefen, Furchen, Mulden, Wellen	Materialabtrag durch mikrospannende oder ritzende Beanspruchung
Oberflächenzerrüttung	Risse, Grübchen, Schuppen	Materialabtrag durch Materialermüdung in der Oberfläche
Tribochemische Reaktion	Reaktionsprodukte wie Oxidschichten und Partikel	Materialabtrag durch chemische Reaktionen an der Kontaktfläche

		Richtanalyse [%]											
		EN/EN ISO	AWS	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Sonstige	Härte
Speziallegierungen	Massivdraht												
	AX-MaCr1	14343-A: G Z17MoH	A 5.9: ER430 mod.	0,4	0,5	0,5	17,5	0,5	1				50 HRC
	AX-MaCr2	14343-A: G Z17Mo	A 5.9: ER430 mod.	0,2	0,4	0,3	17,5	0,5	1,1				40 HRC
	Fülldraht												
	AX-FD MaCr1	14700: T ZFe8		0,4			17	0,4	1			V+; Fe Rest	48-50 HRC
AX-FD MaCr2	14700: T Fe7		0,2			17	0,4	1			Fe Rest	42-44 HRC	
Anwendungsbeispiele: Wasserturbinen, Verdichter, Walzen, Gas-, Wasser- und Dampfarmaturen													

		EN/EN ISO	AWS	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Sonstige	Härte
Kobaltbasis-Legierungen	Stabelektrode												
	AX-ES1	14700: E Co3	A 5.13: ECrCo-C	2,2	1,2	1	30				12,5	Fe 3,0; Co Rest	55 HRC
	AX-ES6	14700: E Co2	A 5.13: ECrCo-A	1	0,9	1	28				4,5	Fe 3,0; Co Rest	42 HRC
	AX-ES12	14700: E Co3	A 5.13: ECrCo-B	1,4	1	1	28				8,5	Fe 3,0; Co Rest	48 HRC
	AX-ES21	14700: E Co1	A 5.13: ECrCo-E	0,3	1	1	28	3	5,5			Fe 3,0; Co Rest	30 HRC - kaltverf. bis 45 HRC
	Stranggußstäbe												
	AX-Co1	14700: R ZCo3	A 5.21: ERCrCo-C mod.	2,5	2	1	30				15	Fe 3,0; Co Rest	52-58 HRC
	AX-Co6	14700: R Co2	A 5.21: ERCrCo-A	1,2	2	1	30				5	Fe 3,0; Co Rest	40-42 HRC
	AX-Co12	14700: R Co3	A 5.21: ERCrCo-B	1,4	2	1	28				8,2	Fe 3,0; Co Rest	47-51 HRC
	AX-Co21	14700: R Co1	A 5.21: ERCrCo-E	0,35	1,5	1,2	28	3	6			Fe 3,0; Co Rest	32 HRC - kaltverf. bis 45 HRC
	Fülldraht												
	AX-FD Co1	14700: T Co3	A 5.21: ERCrCo-C	2,3	1	1	29				12	Fe 4,0; Co Rest	53 HRC
	AX-FD Co6	14700: T Co2	A 5.21: ERCrCo-A	1,05	1	1	29				4,5	Fe 4,0; Co Rest	42 HRC
	AX-FD Co12	14700: T Co2	A 5.21: ERCrCo-B	1,6	1	1,5	29				8	Fe 3,0; Co Rest	46 HRC
	AX-FD Co21	14700: T Co1	A 5.21: ERCrCo-E	0,25	1	1	28,5	3	5,5			Fe 4,0; Co Rest	33 HRC - kaltverf. bis 47 HRC
Anwendungsbeispiele: Armaturen, Ventilsitze und -kegel in Verbrennungsmotoren, hochbeanspruchte Warmarbeitswerkzeuge													

		Normung		Richtanalyse des Pulvers [%]								Härte [HRC]
		EN	AWS	C	Cr	Mo	Ni	W	Co			
Kobaltbasis-Legierungen	AX-Co1 P	14700: P Co3	A 5.21: Typ CoCr-C	2,4	31,0			13,0	Rest			53
	AX-Co6 P	14700: P Co2	A 5.21: Typ CoCr-A	1,1	28,0		1,0	4,5	Rest			41
	AX-Co12 P	14700: P Co2	A 5.21: Typ CoCr-B	1,4	30,0			8,5	Rest			48
	AX-Co21 P	14700: P ZCo1	A 5.21: Typ CoCr-E	0,25	28,0	5,0	2,8		Rest			32
	Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele								
	PTA	50-150 µm	AX-Co1 P, AX-Co6 P, AX-Co12 P, AX-Co21 P	Armaturen, Ventilsitze und -kegel, Extruderschnecken, Warmarbeitswerkzeuge, Sitz- und Führungsflächen, Schneidmesser, Rührkörper, Motorsägeschiene								
	PS/HVOF	20-45 µm	AX-Co1 P, AX-Co6 P, AX-Co12 P, AX-Co21 P									

		EN/EN ISO	AWS	C	Si	Cr	Mo	Fe	B	Ni	Sonstige	bei RT	
Nickelbasis-Legierungen	AX-Alloy 40 P	14700: P Ni3	A 5.21: Typ NiCr-A	0,3	3,5	8,0		3,0	1,6	Rest		40	
	AX-Alloy 50 P	14700: P Ni3	A 5.21: Typ NiCr-B	0,6	3,8	11,0		4,0	2,5	Rest		50	
	AX-Alloy 60 P	14700: P Ni1	A 5.21: Typ NiCr-C	0,8	4,3	16,0		4,5	3,5	Rest		60	
	AX-625 P	18274: S Ni 6625 (in Anlehnung)	A 5.14: ER NiCrMo-3 (in Anlehnung)	<0,05	<0,5	22,0	9,0	4,0			Rest	Mn <0,5, Nb 3,6	
	Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele									
	PTA	50-150 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P, AX-625 P	Matritzen, Preßformen, Extruder- und Förderschnecken, Motorsägeschiene, Schneidmesser, Rührkörper, Warmscheren, Pflugschare, Baggerzähne, Brecher									
	FSS; FSW	32-106 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P										
	PS/HVOF	20-45 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P, AX-625 P										

		EN/EN ISO	AWS	C	Si	Cr	Mo	Ni	Fe	Sonstige	Härte [HB]	
	AX-316 P	14343-A: P 19 12 3 L (in Anlehnung)	A 5.9: ER 316 (in Anlehnung)	0,1	0,8	17,0	2,2	13,0	Rest		150-200	
	AX-316 P/LC	14343-A: P 19 12 3 L (in Anlehnung)	A 5.9: ER 316L (in Anlehnung)	<0,03	0,8	17,0	2,25	12,5	Rest	Mn 0,1	150-200	
	Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele								
	PTA	50-150 µm	AX 316 P, AX-316 P/LC	Buchsen, Sitzflächen, Rotorwellen, Lauf- und Dichtflächen, Armaturen								
	PS/HVOF	20-45 µm	AX 316 P, AX-316 P/LC									

- PTA: Plasmapulver-Auftragschweißen
- FSS: Flammsspritzschweißen
- FSW: Flammsspritzen mit nachfolgendem Einschmelzen (Warmverfahren)
- PS/HVOF: Plasma- und Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzen

Das ALUNOX Programm zu Metallpulver Auftragsschweißen.

Metallpulver

Kobaltbasis-Legierungen

- AX-Co 1 P
- AX-Co 6 P
- AX-Co 12 P
- AX-Co 21 P

Nickelbasis-Legierungen

- AX-Alloy 40 P
- AX-Alloy 50 P
- AX-Alloy 60 P
- AX-625 P

Eisenbasis-Legierungen

- AX-316 P
- AX-316 P/LC

Metallpulver-Herstellung

Die zur Herstellung des Metallpulvers erforderlichen Legierungen und weitere Zuschläge werden in einem Ofen erschmolzen und miteinander vermischt.

Die Verdüsung erfolgt in einem geschlossenen Behälter. Hier wird der Gießstrahl mittels eines Inertgases unter hohem Druck zerstäubt. Während der relativ langen Fall- und Erstarrungszeit bilden sich die Tropfen zu einer kugelförmigen Form aus. Diese Form beeinflusst sehr positiv das Fließverhalten und damit auch die Dosierbarkeit des Pulvers.

Die Abkühlphase des Pulvers erfolgt ebenfalls unter Inertgas. Dadurch wird eine Oxidation verhindert und es kann somit ein niedriger Sauerstoffgehalt des Pulvers gewährleistet werden. Vor dem Einsatz des Pulvers wird dieses noch auf die erforderliche Korngröße und -verteilung abgesiebt. Dies hängt von dem Verfahren, wie PTA (Plasma-Pulver-Auftragsschweißen) oder eines der Flammstritzverfahren wie FSS, FSK oder FSWPS/HVOF ab.

Plasmapulver-Auftragsschweißen (PTA)

Das PTA-Schweißen (PTA Plasma-Transferred-ARC) ist ein thermisches Beschichtungsverfahren zum Auftragen von verschleiß- und korrosionsbeständigen Schichten. Ähnlich wie beim WIG-Verfahren brennt der Hauptlichtbogen zwischen Wolframelektrode und Werkstück. Er wird durch einen Pilotlichtbogen, der zwischen Wolframelektrode und Kupfer-Anode brennt, gezündet und stabilisiert. Haupt- und Pilot-Lichtbogen haben jeweils eine eigene Stromquelle.

Durch Ionisierung des Argon-Gases im Lichtbogen wird ein Plasmagas mit hoher Energiedichte erzeugt. Durch eine äußere Düse wird ebenfalls Argon zugeführt, welches als Schutzgas das Schmelzbad vor der Umgebungsluft und damit vor Sauerstoff schützt. Das Pulver wird durch eine Dosiereinrichtung mit Hilfe von Pulverfördergas (Argon) zugeführt. Durch das Plasmapulver-Verfahren können Auftragschweißungen mit sehr niedriger Aufmischung von 5-10% und hoher Wirtschaftlichkeit von bis zu 20 kg/h erzeugt werden. Die Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen richten sich nach dem Grundwerkstoff und der Lagenzahl.

Flammstritzverfahren

Bei allen Flammstritzverfahren gleich ist, das keine eigentliche Aufschmelzung, sondern je nach Verfahren eine mehr oder weniger starke Verklammerung mit dem Grundwerkstoff erfolgt. Diese hängt von der Art des Verfahrens und von der Aufprallgeschwindigkeit von bis zu 250 m/s, HVOF bis 400 m/s ab. Vor dem Spritzverfahren muss die Oberfläche des Werkstückes von allen Verunreinigungen wie Rost, Fett und Öl gereinigt werden. Außerdem muss die Oberfläche durch Strahlen oder Drehen aufgerauht werden, um eine bessere Verklammerung zu erreichen.

Die hauptsächlichen Flammstritz-Verfahren sind:

- Flammstritzen
- Flammstritzschweißen
- Plasma/Hochgeschwindigkeit-Flammstritzen

Beim Flammstritzen wird das Spritzpulver mit Hilfe einer Brenngas-Sauerstoff-Flamme aufgeschmolzen und auf die Oberfläche des Werkstückes gespritzt.

Beim Verfahren ohne thermische Nachbehandlung (Kaltverfahren) wird das Gefüge des Grundwerkstoffes durch die niedrige Temperatur von <300°C nicht beeinflusst, der Verzug ist sehr gering. Beim Verfahren mit thermischer Nachbehandlung wird die aufgespritzte Schicht nachträglich bei Temperaturen von 1000-1200°C eingesintert. Dies betrifft alle selbstfließende Legierungen, die mit Bor und Silizium legiert sind wie AX-Alloy 40 P, 50 P und 60 P. Durch diesen Sintervorgang werden dichte Schichten erzeugt, die besser haften und eine glattere Oberfläche aufweisen.

Beim Flammstritzschweißen wird das Spritzpulver durch einen Brenner aufgespritzt und gleichzeitig eingeschmolzen.

Beim Plasma- und Hochgeschwindigkeit-flammstritzen wird das Spritzpulver einem Plasmagasstrom zugeführt. Bedingt durch die sehr hohe Temperatur des Plasmagases von bis zu 30.000°C und die hohe Geschwindigkeit von bis zu 1000 m/s werden sehr dichte, festhaftende und hochwertige Schichten erzeugt.

		Richtanalyse [%]											
		EN/EN ISO	AWS	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Sonstige	Härte
Pufferlage	Stabelektrode												
	EI 307 R	3581-A: E 18 8 Mn R 12	A 5.4: E307-16 mod.	0,15	0,8	6	19	9				Fe Rest	200 HB
	EI 307 B	3581-A: E 18 8 Mn B 22	A 5.4: E307-15 mod.	0,13	0,5	5	19	9				Fe Rest	200 HB
	EI 312	3581-A: E 29 9 R 12	A 5.4: E312-16	0,1	1	1	29	10				Fe Rest	240 HB
	Massivdraht												
	AX-307	14343-A: G 18 8 Mn	A 5.9: ER307 mod.	0,08	0,8	6,5	18	8				Fe Rest	200 HB
	AX-312	14343-A: G 29 9	A 5.9: ER312	0,12	0,4	1,8	30	9				Fe Rest	240 HB
Fülldraht													
AX-FD-DW307	17633-A: T 18 8 Mn R M21 3	A 5.22: E307T0-G	0,07	0,6	6,4	19,2	8,1				Fe Rest	200 HB	
AX-FD-312	17633-A: T 29 9 R M21 3	A 5.22: E312T0-4	0,1	0,8	1,3	29	8,6				Fe Rest	240 HB	
Mn-Hartstahl	Stabelektrode												
	EH 245	14700: E Fe9	A 5.13: EFeMn-A	0,7		12		3				Fe Rest	200 HB - kaltverf. bis 450 HB
	Fülldraht												
	AX-FD-CrMn	14700: T Fe9	A 5.21: ERCFeMnCr	0,4	0,4	16	14	1,2	0,5	0,2		Fe Rest	230 HB - kaltverf. bis 48 HRC
Anwendungsbeispiele: Gleise, Gleitbahnen, Förderrollen, Kranräder, Strahlanlagen, Pufferlagen													
Schlagfeste Auftragung	Stabelektrode												
	EH 330	14700: E Fe1		0,1	0,7	0,9	3					Fe Rest	300 HB
	EH 340	14700: E Fe3		0,2	0,9	0,4	2,70	0,1	0,4			Fe Rest	42 HRC
	EH 360 R	14700: E Fe8		0,4	0,5	0,3	7			0,5		Fe Rest	59 HRC
	EH 360 B	14700: E Fe8		0,4	0,5	0,3	7			0,5		Fe Rest	59 HRC
	Massivdraht												
	AX-250	14700: S Fe1		0,06	0,45	1,1	1					Ti 0,2; Fe Rest	225-275 HB
	AX-350	14700: S Fe2		0,7	0,45	2	1					Ti 0,2; Fe Rest	40 HRC
	AX-500	14700: S Fe2		1,1	0,45	1,9	1,8					Ti 0,15; Fe Rest	50-52 HRC
	AX-600	14700: S Fe8		0,5	3	0,5	9,2					Fe Rest	59 HRC
	AX-650	14700: S Fe8		0,35	1,1	0,4	5,5		1,2	0,25	1,3	Fe Rest	56 HRC
	Fülldraht												
	AX-FD-250	14700: T Fe1		0,1	0,5	2	2,5		0,3			Fe Rest	280-320 HB
	AX-FD-400	14700: T Fe1		0,2	0,6	2	3		0,3			Fe Rest	38-42 HRC
AX-FD-600	14700: T Fe8		0,5	1	2,2	6,5		0,6	0,2		Fe Rest	52-57 HRC	
AX-FD-600-TiC/O	14700: T Fe8		1,8	1,6	1,4	7		1,4			Ti 5,0; Fe Rest	56-58 HRC	
Anwendungsbeispiele: Kranrollen, Laufräder, Seilrollen, Förderschnecken, Brecherbacken, Baggerzähne, Kaltarbeitswerkzeuge													
Abrasionsbeständige Auftragung	Stabelektrode												
	EH 515	14700: E Fe14		2,9		0,3	35					Fe Rest	60 HRC
	EH 526	14700: E Fe15		4			20					Nb 6,5; Fe Rest	55 HRC
	EH 528	14700: E Fe16		7			24					Nb 7,0; Fe Rest	64 HRC
	EH 531	14700: E ZFe16		4,2	1,3	0,3	31					B 1,2; Fe Rest	63 HRC
	EH 540	14700: E ZFe16		6	1		22		6	1	2	Nb 6,0; Fe Rest	65 HRC
	Fülldraht												
AX-FD-HC	14700: T ZFe14		4,8	1,2	0,6	29					Fe Rest	55-59 HRC	
AX-FD-43	14700: T ZFe14		5,2	1,1	0,4	22					Nb 7,0; Fe Rest	61-63 HRC	
AX-FD-45	14700: T ZFe16		5,2	1	0,4	21		7	1	2	Nb 7,0; Fe Rest	63-65 HRC	
Anwendungsbeispiele: Mischerflügel, Betonpumpen, Mahlwalzen, Förderschnecken, Sinterbrecher, Verschleißplatten													
Werkzeugstahl	Stabelektrode												
	EI 312	3581-A: E 29 9 R 12	A 5.4: E312-16	0,1	1	1	29	10				Fe Rest	240 HB
	EH 380	14700: E Fe4	A 5.13: EFe6	1	1	1,3	5		8	2,5	1,9	Fe Rest	57-63 HRC
	Massivdraht												
	AX-312	14343-A: G 29 9	A 5.9: ER312										
	AX-450W	14700: S Fe3		0,2	0,2	0,3	2,4			0,6	4,5	Fe Rest	44 HRC
	AX-650W	14700: S Fe4		0,9	0,3	0,3	4		8,5	2	1,8	Fe Rest	58 HRC
	AX-MaCo12	14700: S ZFe5		0,01	0,4	0,1	0,2	18	4			Co 12; Fe Rest	33 HRC (u)/52 HRC (4h/480°C)
	Fülldraht												
AX-FD-312	17633-A: T 29 9 R M21 3	A 5.22: E312T0-4	0,1	0,8	1,3	29	8,6				Fe Rest	240 HB	
AX-FD-WZ50	14700: T Fe3		0,3	0,6	0,4	3			0,6	4,5	Fe Rest	48-50 HRC	
Anwendungsbeispiele: Warm- und Kaltarbeitswerkzeuge, Druckgussformen, Matrizen, Stempel, Holzbearbeitungswerkzeuge													

ALUNOX ist die
sichere Entscheidung für Sie.



ALUNOX
Schweißtechnik GmbH

Gießerallee 37a
D-47877 Willich

Tel +49 (2154) 94 53-0
Fax +49 (2154) 9453-30
www.alunox.eu

ALUNOX 
welding alloys group

ALUNOX ist die sichere Entscheidung für Sie.

ALUNOX ist Ihr Programm: Hartauftrag/Verschleiß und Reparaturen.

	EN/EN ISO	AWS	Richtanalyse [%]										Härte		
			C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Sonstige				
Speziallegierungen															
Massivdraht															
AX-MaCr1	14343-A: G Z17MoH	A 5.9: ER430 mod.	0,4	0,5	0,5	17,5	0,5	1							50 HRC
AX-MaCr2	14343-A: G Z17Mo	A 5.9: ER430 mod.	0,2	0,4	0,3	17,5	0,5	1,1							40 HRC
Fülldraht															
AX-FD MaCr1	14700: T ZFe8			0,4			17	0,4	1				V; Fe Rest	48-50 HRC	
AX-FD MaCr2	14700: T Fe7			0,2			17	0,4	1				Fe Rest	42-44 HRC	

Anwendungsbeispiele: Wasserturbinen, Verdichter, Walzen, Gas-, Wasser- und Dampfarmaturen

	EN	AWS	Richtanalyse des Pulvers [%]										Härte [HRC]	
			C	Cr	Mo	Ni	W	Co	Sonstige					
Stabelektrode														
AX-ES1	14700: E Co3	A 5.13: ECrCo-C	2,2	1,2	1	30				12,5	Fe 3,0; Co Rest	55 HRC		
AX-ES6	14700: E Co2	A 5.13: ECrCo-A	1	0,9	1	28				4,5	Fe 3,0; Co Rest	42 HRC		
AX-ES12	14700: E Co3	A 5.13: ECrCo-B	1,4	1	1	28				8,5	Fe 3,0; Co Rest	48 HRC		
AX-ES21	14700: E Co1	A 5.13: ECrCo-E	0,3	1	1	28	3	5,5			Fe 3,0; Co Rest	30 HRC - kaltverf. bis 45 HRC		
Stranggußstäbe														
AX-Co1	14700: R ZCo3	A 5.21: ERCoCr-C mod.	2,5	2	1	30				15	Fe 3,0; Co Rest	52-58 HRC		
AX-Co6	14700: R Co2	A 5.21: ERCoCr-A	1,2	2	1	30				5	Fe 3,0; Co Rest	40-42 HRC		
AX-Co12	14700: R Co3	A 5.21: ERCoCr-B	1,4	2	1	28				8,2	Fe 3,0; Co Rest	47-51 HRC		
AX-Co21	14700: R Co1	A 5.21: ERCoCr-E	0,35	1,5	1,2	28	3	6			Fe 3,0; Co Rest	32 HRC - kaltverf. bis 45 HRC		
Fülldraht														
AX-FD Co1	14700: T Co3	A 5.21: ERCoCr-C	2,3	1	1	29				12	Fe 4,0; Co Rest	53 HRC		
AX-FD Co6	14700: T Co2	A 5.21: ERCoCr-A	1,05	1	1	29				4,5	Fe 4,0; Co Rest	42 HRC		
AX-FD Co12	14700: T Co2	A 5.21: ERCoCr-B	1,6	1	1,5	29				8	Fe 3,0; Co Rest	46 HRC		
AX-FD Co21	14700: T Co1	A 5.21: ERCoCr-E	0,25	1	1	28,5	3	5,5			Fe 4,0; Co Rest	33 HRC - kaltverf. bis 47 HRC		

Anwendungsbeispiele: Armaturen, Ventilsitze und -kegel in Verbrennungsmotoren, hochbeanspruchte Warmarbeitswerkzeuge

	EN	AWS	Richtanalyse des Pulvers [%]						Härte [HRC]
			C	Cr	Mo	Ni	W	Co	
AX-Co1 P	14700: P Co3	A 5.21: Typ CoCr-C	2,4	31,0			13,0	Rest	53
AX-Co6 P	14700: P Co2	A 5.21: Typ CoCr-A	1,1	28,0		1,0	4,5	Rest	41
AX-Co12 P	14700: P Co2	A 5.21: Typ CoCr-B	1,4	30,0			8,5	Rest	48
AX-Co21 P	14700: P ZCo1	A 5.21: Typ CoCr-E	0,25	28,0	5,0	2,8		Rest	32

Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele	
			Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)
PTA	50-150 µm	AX-Co1 P, AX-Co6 P, AX-Co12 P, AX-Co21 P	Armaturen, Ventilsitze und -kegel, Extruderschnecken, Warmarbeitswerkzeuge, Sitz- und Führungsflächen, Schneidmesser, Rührkörper, Motorsägeschienen	
PS/HVOF	20-45 µm	AX-Co1 P, AX-Co6 P, AX-Co12 P, AX-Co21 P		

	EN/EN ISO	AWS	Richtanalyse [%]										bei RT
			C	Si	Cr	Mo	Fe	B	Ni	Sonstige			
AX-Alloy 40 P	14700: P Ni3	A 5.21: Typ NiCr-A	0,3	3,5	8,0		3,0	1,6	Rest			40	
AX-Alloy 50 P	14700: P Ni3	A 5.21: Typ NiCr-B	0,6	3,8	11,0		4,0	2,5	Rest			50	
AX-Alloy 60 P	14700: P Ni1	A 5.21: Typ NiCr-C	0,8	4,3	16,0		4,5	3,5	Rest			60	
AX-625 P	18274: S Ni 6625 (in Anlehnung)	A 5.14: ER NiCrMo-3 (in Anlehnung)	<0,05	<0,5	22,0	9,0	4,0		Rest	Mn <0,5, Nb 3,6			

Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele	
			Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)
PTA	50-150 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P, AX 625 P	Matrizen, Preßformen, Extruder- und Förderschnecken, Motorsägeschienen, Schneidmesser, Rührkörper, Warmscheren, Pflugschare, Baggerzähne, Brecher	
FSS; FSW	32-106 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P		
PS/HVOF	20-45 µm	AX-Alloy 40 P, AX-Alloy 50 P, AX-Alloy 60 P, AX 625 P		

	EN/EN ISO	AWS	Richtanalyse [%]										Härte [HB]
			C	Si	Cr	Mo	Ni	Fe	Sonstige				
AX-316 P	14343-A: P 19 12 3 L (in Anlehnung)	A 5.9: ER 316 (in Anlehnung)	0,1	0,8	17,0	2,2	13,0	Rest				150-200	
AX-316 P/LC	14343-A: P 19 12 3 L (in Anlehnung)	A 5.9: ER 316L (in Anlehnung)	<0,03	0,8	17,0	2,25	12,5	Rest	Mn 0,1			150-200	

Lieferformen:	Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)	Anwendungsbeispiele	
			Verfahren	Korngröße (andere Korngrößen auf Anfrage)
PTA	50-150 µm	AX 316 P, AX-316 P/LC	Buchsen, Sitzflächen, Rotorwellen, Lauf- und Dichtflächen, Armaturen	
PS/HVOF	20-45 µm	AX 316 P, AX-316 P/LC		

PTA: Plasmapulver-Auftragschweißen
 FSS: Flammstritzschweißen
 FSW: Flammstritzen mit nachfolgendem Einschmelzen (Warmverfahren)
 PS/HVOF: Plasma- und Hochgeschwindigkeits-Flammstritzen



ALUNOX
 Schweißtechnik GmbH
 Gießerallee 37a
 D-47877 Willich
 Tel +49 (2154) 94 53-0
 Fax +49 (2154) 9453-30
 www.alunox.eu



Das ALUNOX Programm zu Schweißzusätze Hartauftragung.

Schweißzusätze

Stabelektroden Fe-Basis
 • EI 307 R 11.4370
 • EI 307 B 11.4370
 • EI 312 11.4337
 • EH 245
 • EH 330
 • EH 340
 • EH 360 R
 • EH 360 B
 • EH 380
 • EH 515
 • EH 526
 • EH 528
 • EH 531
 • EH 540

Massivdrähte/ WIG-Stäbe Fe-Basis
 • AX-307 11.4370
 • AX-312 11.4337
 • AX-250 11.8401
 • AX-350 11.8405
 • AX-450W 11.2567
 • AX-500 11.8425
 • AX-600 11.4718
 • AX-650W 11.3348
 • AX-650 11.2606

Fülldrähte Fe-Basis
 • AX-FD-DW307 11.4370
 • AX-FD-312 11.4337
 • AX-FD-CrMn
 • AX-FD-250
 • AX-FD-400
 • AX-FD-600
 • AX-FD-600TiC/O
 • AX-FD-HC
 • AX-FD-43 IUP&OA
 • AX-FD-45 IUP&OA
 • AX-FD-WZ50

Speziallegierungen
 • AX-MaCr1 11.4122
 • AX-MaCr2 11.4115
 • AX-MaCo12 11.6356
 • AX-FD MaCr1 11.4122
 • AX-FD MaCr2 11.4115

Kobalt-Basis-Legierungen
 • AX-ES1 | Stellite*1
 • AX-ES6 | Stellite*6
 • AX-ES12 | Stellite*12
 • AX-ES21 | Stellite*21
 • AX-Co1 | Stellite*1
 • AX-Co6 | Stellite*6
 • AX-Co12 | Stellite*12
 • AX-Co21 | Stellite*21
 • AX-FD-Co1 | Stellite*1
 • AX-FD-Co6 | Stellite*6
 • AX-FD-Co12 | Stellite*12
 • AX-FD-Co21 | Stellite*21



Elektrode



Stab



Spule



Fass

Verschleißmechanismen und Hartauftragung

Durch Verschleiß entsteht jährlich ein Verlust von mehreren Milliarden Euro weltweit. Unter dem Begriff Verschleiß versteht man sowohl den Materialverlust selbst als auch den Vorgang, der zu dem Materialverlust führt. Der Materialverlust aus der Oberfläche eines Werkstückes wird durch mechanische Ursachen infolge einer tribologischen Beanspruchung verursacht.

Eine tribologische Beanspruchung wird durch Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers hervorgerufen und führt dadurch zu Reibung und Verschleiß.

Die verschiedenen Verschleißmechanismen führen zu charakteristischen Erscheinungsformen entsprechend der untenstehenden Tabelle.

Verschleiß-mechanismus	Erscheinungsform	Auswirkung und Folgen
Adhäsion	Fresser, Löcher, Kuppen, Schuppen	Materialabtrag durch Bildung und Abtrennung von Oberflächenanhaftungen
Abrasion	Kratzer, Riefen, Furchen, Mulden, Wellen	Materialabtrag durch mikrospanende oder ritzende Beanspruchung
Oberflächenzerrüttung	Risse, Grübchen, Schuppen	Materialabtrag durch Materialermüdung in der Oberfläche
Tribochemische Reaktion	Reaktionsprodukte wie Oxidschichten und Partikel	Materialabtrag durch chemische Reaktionen an der Kontaktfläche

Um eine möglichst hohe Standzeit zu erreichen ist es notwendig, das vorliegende tribologische System genau zu erkennen und danach den Schweißzusatz auszuwählen. Ein Schweißzusatz, der bei einer gleitenden Beanspruchung eine gute Standzeit erreicht, kann bei einer prallenden oder stoßenden Beanspruchung völlig versagen. Oftmals sind auch mehrere Mechanismen für den Verschleiß verantwortlich.

Durch Schweißen einer Hartauftragung wird eine verschleißfeste Auftragschicht erzeugt, die dem Angriff besonders gut widersteht. Entscheidend für eine erfolgreiche Hartauftragung ist die Kenntnis der Verschleißart und die richtige Auswahl und die korrekte Durchführung der Hartauftragungsschweißung.

Durchführung der Auftragsschweißung

Wenn die Oberfläche des Werkstückes sehr stark abgetragen ist, ist es oftmals sinnvoll, sogenannte Ergänzungslagen mit einem artgleichen oder niedrig legierten (weicheren) Schweißzusatz aufzufüllen, um die ursprüngliche Form vor der eigentlichen Hartauftragung wieder herzustellen.

Pufferlagen zwischen Werkstück und Auftragung sind immer dann sinnvoll, wenn der Grundwerkstoff rissanfällig ist, z.B. bei hochgekohten oder legierten risseempfindlichen Stählen. Für die Pufferlage wird in der Regel ein Schweißzusatz vom Typ 1.4370, wie AX-307, EI 307 R, EI 307 B oder AX-FD-DW307 verwendet.

Vor der Hartauftragung wie auch vor dem Schweißen der Ergänzungs- und/oder der Pufferlage ist das Werkstück auf der Auftragsfläche von allen Verunreinigungen wie Fett, Öl, Farbe, Zunder und sonstigen Rückständen zu befreien.

Ebenfalls sind stark verformte oder sonstige in Mitteleidenschaft gezogene Bereiche durch Schleifen oder Fräsen zu entfernen. Mit einer Elektrode wie AX-EFug ausgefugte Bereiche sind ebenfalls zu überschleifen. Die aufzutragende Oberfläche muss sauber, trocken und metallisch blank sein.

Risse oder sonstige Fehlstellen müssen ebenfalls komplett entfernt werden.

Die Vorwärmung- und Zwischenlagentemperatur hängt sowohl vom Grundwerkstoff als auch von der Auftragslegierung ab. Die Angaben der Grundwerkstoff-Hersteller sind ebenfalls zu beachten. Bei Fragen steht Ihnen das Team der ALUNOX mit Rat und Tat zur Seite.

Metallpulver

Kobaltbasis-Legierungen
 • AX-Co 1 P
 • AX-Co 6 P
 • AX-Co 12 P
 • AX-Co 21 P

Nickelbasis-Legierungen
 • AX-Alloy 40 P
 • AX-Alloy 50 P
 • AX-Alloy 60 P
 • AX-625 P

Eisenbasis-Legierungen
 • AX-316 P
 • AX-316 P/LC

Metallpulver-Herstellung

Die zur Herstellung des Metallpulvers erforderlichen Legierungen und weitere Zuschläge werden in einem Ofen erschmolzen und miteinander vermischt. Die Verdüsung erfolgt in einem geschlossenen Behälter. Hier wird der Gießstrahl mittels eines Inertgases unter hohem Druck zerstäubt. Während der relativ langen Fall- und Erstarrungszeit bilden sich die Tropfen zu einer kugelförmigen Form aus. Diese Form beeinflusst sehr positiv das Fließverhalten und damit auch die Dosierbarkeit des Pulvers.

Die Abkühlphase des Pulvers erfolgt ebenfalls unter Inertgas. Dadurch wird eine Oxidation verhindert und es kann somit ein niedriger Sauerstoffgehalt des Pulvers gewährleistet werden. Vor dem Einsatz des Pulvers wird dieses noch auf die erforderliche Korngröße und -verteilung abgeseibt. Dies hängt von dem Verfahren, wie PTA (Plasma-Pulver-Auftragungsschweißen) oder eines der Flammsspritzverfahren wie FSS, FSK oder FSWPS/HVOF ab.

Plasmapulver-Auftragungsschweißen (PTA)

Das PTA-Schweißen (PTA Plasma-Transferred-ARC) ist ein thermisches Beschichtungsverfahren zum Auftragen von verschleiß- und korrosionsbeständigen Schichten. Ähnlich wie beim WIG-Verfahren brennt der Hauptlichtbogen zwischen Wolframelektrode und Werkstück. Er wird durch einen Pilotlichtbogen, der zwischen Wolframelektrode und Kupfer-Anode brennt, gezündet und stabilisiert. Haupt- und Pilot-Lichtbogen haben jeweils eine eigene Stromquelle.

Durch Ionisierung des Argon-Gases im Lichtbogen wird ein Plasmagas mit hoher Energiedichte erzeugt. Durch eine äußere Düse wird ebenfalls Argon zugeführt, welches als Schutzgas das Schmelzbad vor der Umgebungsluft und damit vor Sauerstoff schützt. Das Pulver wird durch eine Dosiereinrichtung mit Hilfe von Pulverfördergas (Argon) zugeführt. Durch das Plasmapulver-Verfahren können Auftragungsschweißungen mit sehr niedriger Aufmischung von 5-10% und hoher Wirtschaftlichkeit von bis zu 20 kg/h erzeugt werden. Die Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen richten sich nach dem Grundwerkstoff und der Lagenzahl.

Flammsspritzverfahren

Bei allen Flammsspritzverfahren gleich ist, das keine eigentliche Aufschmelzung, sondern je nach Verfahren eine mehr oder weniger starke Verklammerung mit dem Grundwerkstoff erfolgt. Diese hängt von der Art des Verfahrens und von der Aufprallgeschwindigkeit von bis zu 250 m/s, HVOF bis 400 m/s ab. Vor dem Spritzverfahren muss die Oberfläche des Werkstückes von allen Verunreinigungen wie Rost, Fett und Öl gereinigt werden. Außerdem muss die Oberfläche durch Strahlen oder Drehen aufgeraut werden, um eine bessere Verklammerung zu erreichen.

Die hauptsächlichen Flammsspritz-Verfahren sind:

- Flammsspritzen
- Flammsspritzschweißen
- Plasma/ Hochgeschwindigkeit-Flammsspritzen

Beim Flammsspritzen wird das Spritzpulver mit Hilfe einer Brenngas-Sauerstoff-Flamme aufgeschmolzen und auf die Oberfläche des Werkstückes gespritzt.

Beim Verfahren ohne thermische Nachbehandlung (Kaltverfahren) wird das Gefüge des Grundwerkstoffes durch die niedrige Temperatur von <300°C nicht beeinflusst, der Verzug ist sehr gering. Beim Verfahren mit thermischer Nachbehandlung wird die aufgespritzte Schicht nachträglich bei Temperaturen von 1000-1200°C eingesintert. Dies betrifft alle selbstfließende Legierungen, die mit Bor und Silizium legiert sind wie AX-Alloy 40 P, 50 P und 60 P.

Durch diesen Sintervorgang werden dichte Schichten erzeugt, die besser haften und eine glattere Oberfläche aufweisen.

Beim Flammsspritzschweißen wird das Spritzpulver durch einen Brenner aufgesprüht und gleichzeitig eingeschmolzen.

Beim Plasma- und Hochgeschwindigkeit-flammsspritzen wird das Spritzpulver einem Plasmagasstrom zugeführt. Bedingt durch die sehr hohe Temperatur des Plasmagases von bis zu 30.000°C und die hohe Geschwindigkeit von bis zu 1000 m/s werden sehr dicke, festhaftende und hochwertige Schichten erzeugt.

	EN/EN ISO	AWS	Richtanalyse [%]											Härte	
			C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Sonstige				
Pufferlage Stabelektrode	EI 307 R	3581-A: E 18 8 Mn R 12	A 5.4: E307-16 mod.	0,15	0,8	6	19	9						Fe Rest	200 HB
	EI 307 B	3581-A: E 18 8 Mn B 22	A 5.4: E307-15 mod.	0,13	0,5	5	19	9						Fe Rest	200 HB
	EI 312	3581-A: E 29 9 R 12	A 5.4: E312-16	0,1	1	1	29	10						Fe Rest	240 HB
Massivdraht	AX-307	14343-A: G 18 8 Mn	A 5.9: ER307 mod.	0,08	0,8	6,5	18	8						Fe Rest	200 HB
	AX-312	14343-A: G 29 9	A 5.9: ER312	0,12	0,4	1,8	30	9						Fe Rest	240 HB
	Fülldraht														
AX-FD-DW307	17633-A: T 18 8 Mn R M21 3	A 5.22: E307TO-G	0,07	0,6	6,4	19,2	8,1							Fe Rest	200 HB
	AX-FD-312	17633-A: T 29 9 R M21 3	A 5.22: E312TO-4	0,1	0,8	1,3	29	8,6						Fe Rest	240 HB

Min-Hartstahl	Stabelektrode														
	EH 245	14700: E Fe9	A 5.13: EFeMn-A	0,7		12		3						Fe Rest	200 HB - kaltverf. bis 450 HB
Min-Hartstahl	Fülldraht														
	AX-FD-CrMn	14700: T Fe9	A 5.21: ERCFeMnCr	0,4	0,4	16	14	1,2	0,5	0,2				Fe Rest	230 HB - kaltverf. bis 48 HRC
Anwendungsbeispiele: Gleise, Gleitbahnen, Förderrollen, Kranräder, Strahlanlagen, Pufferlagen															

Schlagfeste Auftragung	Stabelektrode														
	EH 330	14700: E Fe1												Fe Rest	300 HB
	EH 340	14700: E Fe3												Fe Rest	42 HRC
	EH 360 R	14700: E Fe8												Fe Rest	59 HRC
	EH 360 B	14700: E Fe8												Fe Rest	59 HRC
Massivdraht	AX-250	14700: S Fe1												Ti 0,2; Fe Rest	225-275 HB
	AX-350	14700: S Fe2												Ti 0,2; Fe Rest	40 HRC
	AX-500	14700: S Fe2												Ti 0,15; Fe Rest	50-52 HRC
	AX-600	14700: S Fe8												Fe Rest	59 HRC
	AX-650	14700: S Fe8												Fe Rest	56 HRC
Fülldraht	AX-FD-250	14700: T Fe1												Fe Rest	280-320 HB
	AX-FD-400	14700: T Fe1												Fe Rest	38-42 HRC
	AX-FD-600	14700: T Fe8												Fe Rest	52-57 HRC
	AX-FD-600-TiC/O	14700: T Fe8												Ti 5,0; Fe Rest	56-58 HRC
	Anwendungsbeispiele: Kranrollen, Laufräder, Seilrollen, Förderschnecken, Brecherbacken, Baggerzähne, Kaltarbeitswerkzeuge														

Abrasionsbeständige Auftragung	Stabelektrode														
	EH 515	14700: E Fe14												Fe Rest	60 HRC
	EH 526	14700: E Fe15												Nb 6,5; Fe Rest	55 HRC
	EH 528	14700: E Fe16												Nb 7,0; Fe Rest	64 HRC
	EH 531	14700: E ZFe16												B 1,2; Fe Rest	63 HRC
Fülldraht	EH 540	14700: E ZFe16												Nb 6,0; Fe Rest	65 HRC
	AX-FD-HC	14700: T ZFe14												Fe Rest	55-59 HRC
	AX-FD-43	14700: T ZFe14												Nb 7,0; Fe Rest	61-63 HRC
	AX-FD-45	14700: T ZFe16												Nb 7,0; Fe Rest	63-65 HRC
	Anwendungsbeispiele: Mischerflügel, Betonpumpen, Mahlwalzen, Förderschnecken, Sinterbrecher, Verschleißplatten														

Werkzeugstahl	Stabelektrode															
	EI 312	3581-A: E 29 9 R 12	A 5.4: E312-16	0,1	1	1	29	10						Fe Rest	240 HB	
	EH 380	14700: E Fe4	A 5.13: EFe6	1	1	1,3	5		8	2,5	1,9			Fe Rest	57-63 HRC	
	Massivdraht	AX-312	14343-A: G 29 9	A 5.9: ER312												
		AX-450W	14700: S Fe3												Fe Rest	44 HRC
AX-650W		14700: S Fe4												Fe Rest	58 HRC	
AX-MaCo12	14700: S ZFe5												Co 12; Fe Rest	33 HRC (W)/52 HRC (4h/480°C)		
Fülldraht	AX-FD-312	17633-A: T 29 9 R M21 3	A 5.22: E312TO-4	0,1	0,8	1,3	29	8,6						Fe Rest	240 HB	
	AX-FD-WZ50	14700: T Fe3												Fe Rest	48-50 HRC	
Anwendungsbeispiele: Warm- und Kaltarbeitswerkzeuge, Druckgussformen, Matrizen, Stempel, Holzbearbeitungswerkzeuge																