

Pulvermetallurgische Konzepte für den Verschleißschutz

Dipl.-Ing. A. Pelz, Corodur Verschleiss-Schutz GmbH Thale



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Gliederung

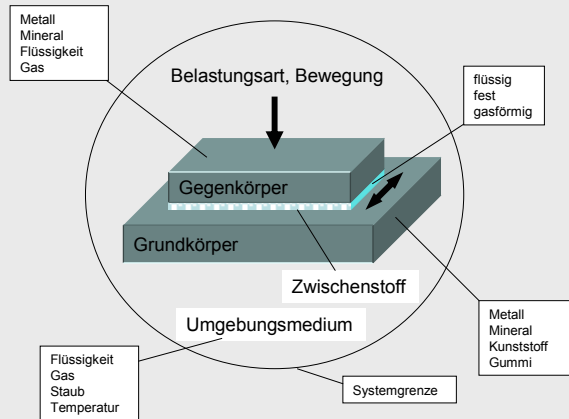
- Einleitung
- Schweißverfahren
- Spritzverfahren
- Pulver in der Schweißtechnik
- Zusammenfassung

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Einleitung – Das Tribologische System



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Einleitung – Verschleißmechanismen

nach DIN 50320 (wurde zurückgezogen)

Adhäsion	Mikroverschweißungen zwischen Grund- und Gegenkörper	
Tribooxidation	Chemische Reaktion zwischen Grund- und Gegenkörper mit dem Zwischenstoff oder Umgebungsmedium infolge einer reibungsbedingten Aktivierung	
Abrasion	Ritzung und Mikrospannung des Grundkörpers durch den Gegenkörper oder harte Zwischenstoffe	
Oberflächen-zerrüttung	Rißbildung und Rißwachstum bis zum Abtrennen von Partikeln infolge wechselnder mechanischer Spannungen, die in den Oberflächenbereichen von Grund- und Gegenkörper wirksam werden	

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Einleitung – Beschichtungen

Korrosionsschutz

- Lochfraß
- Flächenkorrosion
- Kontaktkorrosion
- ...

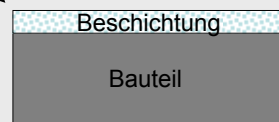
Verschleisschutz

- Gleitverschleiß
- Prallverschleiß
- Erosion
- Reibverschleiß
- adhäsiver Verschleiß
- ...

Funktionelle Beschichtungen

Thermische Schutzschicht

Regenerierung



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

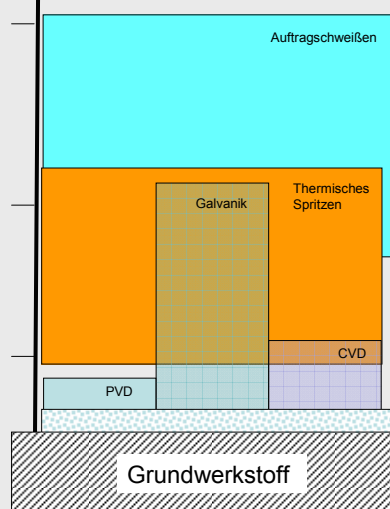
Einleitung – Beschichtungen

Schichtdicke

10mm

1000µm

100µm

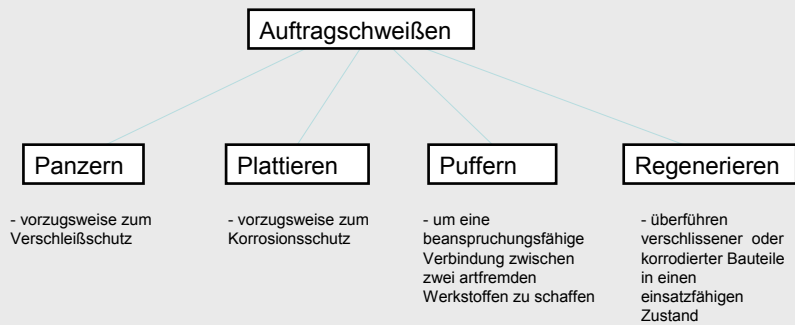


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Einleitung – Definition des Auftragschweißens

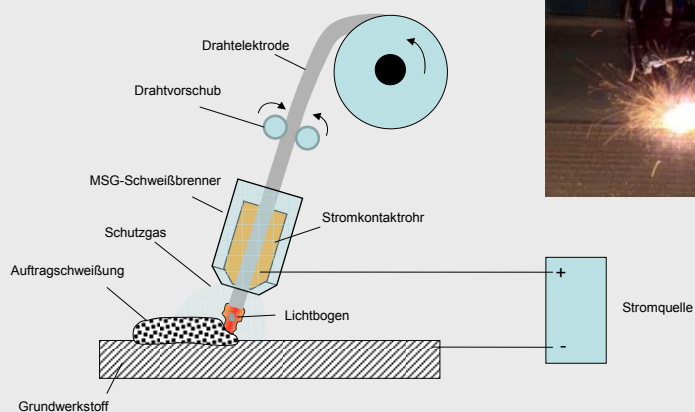


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren – Metall-Schutzgasschweißen

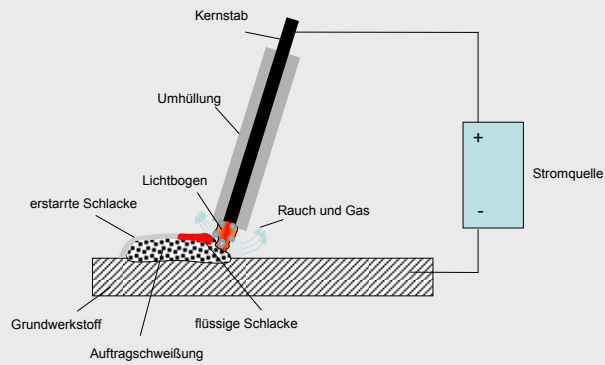


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren – Lichtbogenhandschweißen

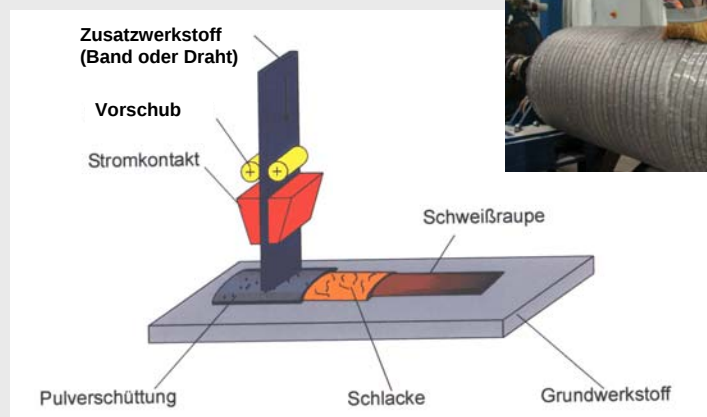


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren – Unterpulverschweißen / Elektro-Schlacke-Schweißen

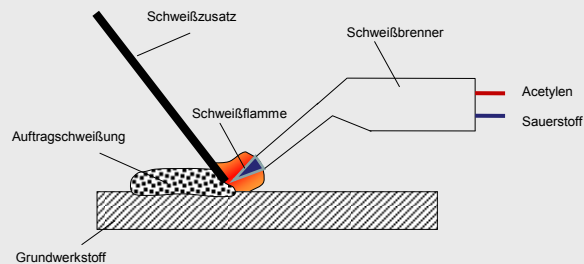


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren – Autogenschweißen

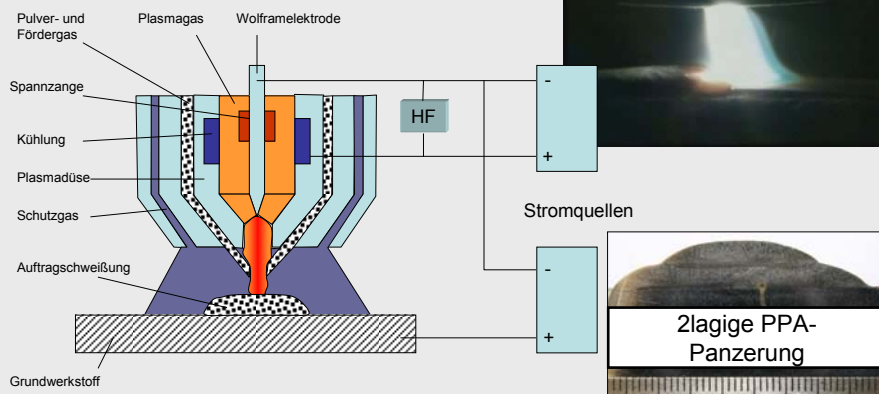


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren – Plasma-Pulver-Auftragschweißen

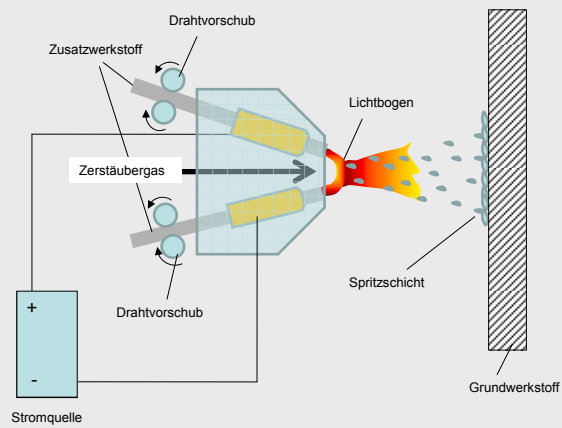


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Thermisches Spritzen – Lichtbogenspritzen

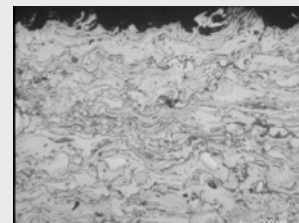
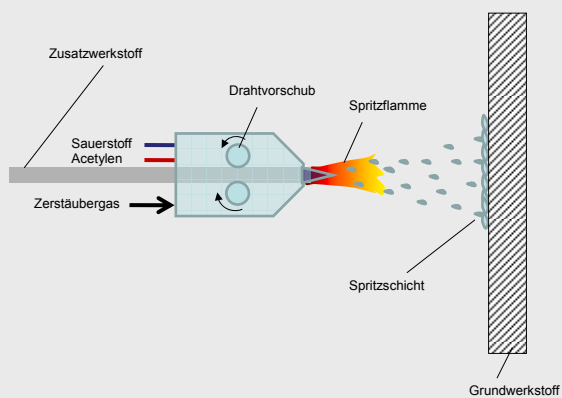


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Thermisches Spritzen – Flamspritzen

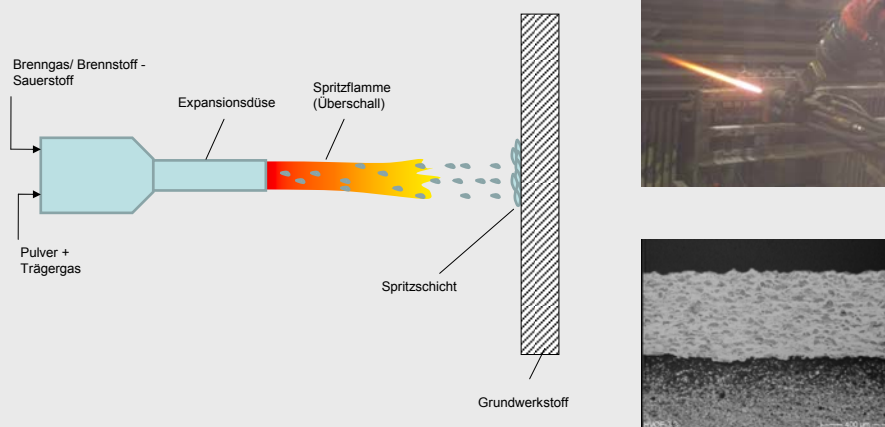


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Thermisches Spritzen – Hochgeschwindigkeitsflammspritzen

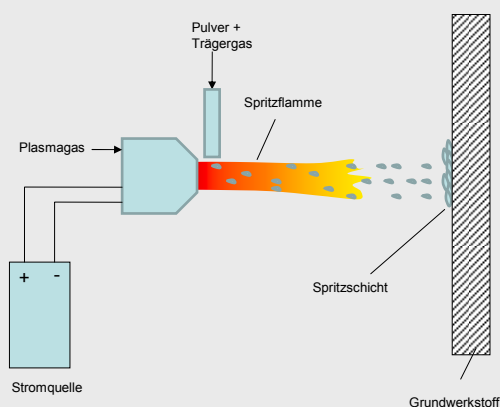


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Thermisches Spritzen – Plasmaspritzen



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Schweißverfahren und Spritzverfahren – Zusammenfassung

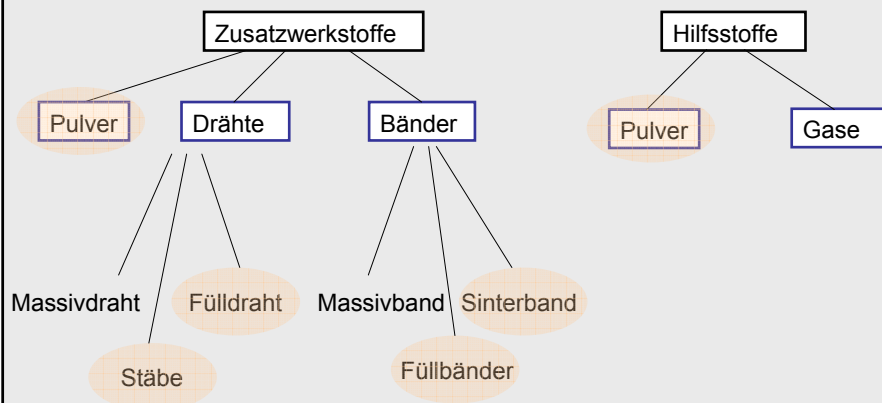
	Schweißverfahren						Spritzverfahren			
	Autogen	MSG	E-Hand	UP	RES	PPA	Lichtbogen-	Flamm-	HVOF	APS
ZW	Stab	Draht	Stabelektrode	Draht/ Band	Draht/ Band	Pulver	Draht	Draht	Pulver	Pulver
HS	Acetylen/ Sauerstoff	Schutzgas "open-arc"		Pulver	Pulver	Schutzgas Plasmagas Fördergas	Druckluft (Schutzgas)	Acetylen Sauerstoff Druckluft	Brennstoff Sauerstoff Trärgas	Plasmagas Schutzgas Fördergas
Handhabung	manuell	mechanisiert automatisiert	manuell	automatisiert	automatisiert	mechanisiert automatisiert	mechanisiert automatisiert	mechanisiert automatisiert	automatisiert	automatisiert
Abschmelz- leistung [kg/h]	gering	mittel bis hoch	gering	hoch bis sehr hoch	sehr hoch	hoch	hoch bis sehr hoch	hoch	gering bis mittel	gering bis mittel
Aufmischung [%]	gering bis mittel	mittel bis hoch	mittel bis hoch	hoch bis sehr hoch	gering bis mittel	gering bis mittel	nicht zutreffend			
Schichtdicke (einlagig mm)	2-4	2-6	2-4	3-6	4-5	2-6	0,2 -10	0,2 - 5	0,1-0,5	0,1 -2
Porosität [%]			nicht zutreffend				gering bis mittel	mittel bis hoch	sehr gering bis gering	gering

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Übersicht

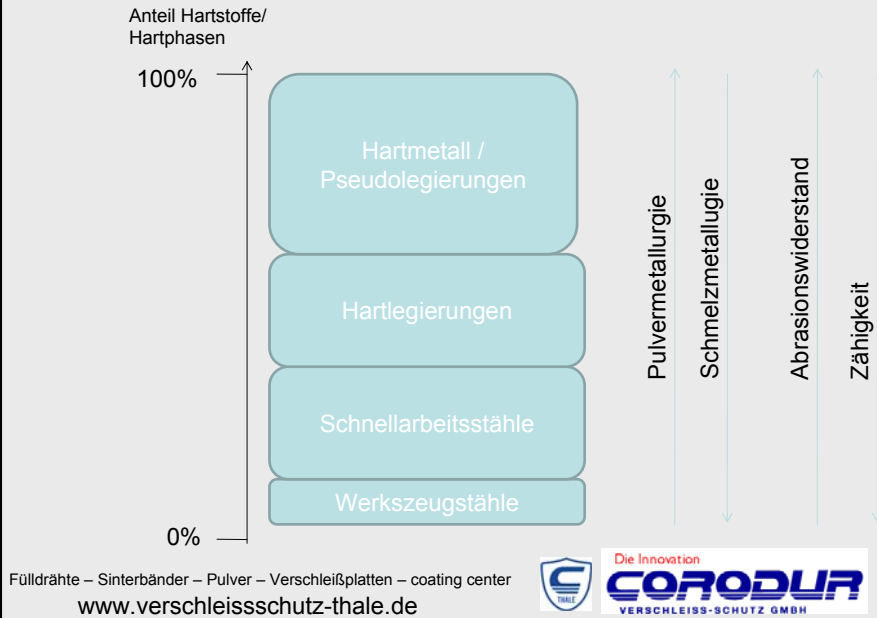


Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Einsatzbereiche



Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele für Hartlegierungen

Nickelhartlegierungen

NiBSi (20-60 HRC)

NiCrBSi (20-60 HRC)

Legierungselemente

1-3,8%B; 2,5 – 4,5%Si; Ni-Basis

1-3,8%B; 2,5 – 4,5%Si; 4-16%Cr; 0,2 – 1,0%C; Ni-Basis

Zusatzwerkstoff

Pulver; Fülldraht;
Schweißstab

Cobalthartlegierungen

Stellit 6 (40-43 HRC)

Stellit 12 (47-51 HRC)

Stellit 21 (30-35 HRC)

26%Cr; 5%W; 1%C; Co-Basis

29%Cr; 9%W; 1,8%C; Co-Basis

27%Cr; 2,8%Ni; 2%Si; 0,25%C;
Co-Basis

Pulver; Fülldraht;
Sinterband; Stabelektrode;
Schweißstab

Eisenhartlegierungen

FeCrC (wie Corthal 55 (55-59 HRC))

FeCrNbC (wie Corthal 60 (61-63 HRC))

FeCrVNBcB
(wie Corthal 78 (64-68 HRC))

30%Cr; 5%C; Fe-Basis

22%Cr; 7%Nb; 5%C; Fe-Basis

16%Cr; 6,5%Nb; 6%V; 5%C; 1%B
Fe-Basis

(Pulver); Fülldraht;
Stabelektrode

Kupferhartlegierungen

CuAl12 (wie Thalbronze (30-33 HRC))

8-12%Al; 0-4%Si; Fe, Ni 0-5%; Cu-Basis

Pulver; Fülldraht;

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele für Pseudolegierungen

Matrix	Hartstoff	Verfahren	Zusatzwerkstoffe
NiBSi	WC; WSC; VC	PPA; MSG; Autogen	Pulver; Fülldraht; Stab
NiCr 80-20	Cr ₃ C ₂	HVOF	Pulver
Stellit	WC; WSC	PPA; MSG; Autogen	Pulver; Fülldraht; Stab
Cobalt	WC	HVOF	Pulver
Eisen	WC	PPA; MSG	Pulver; Fülldraht;

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de

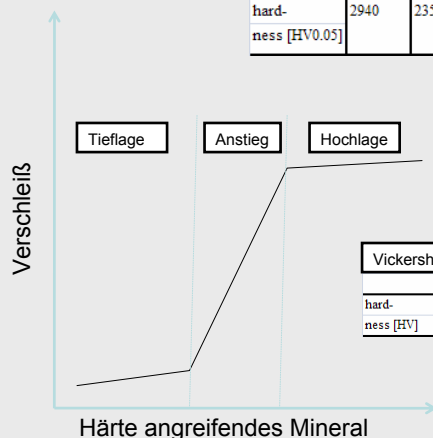


Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik - Einfluss der Härte

Mikrohärten gebräuchlicher Carbide für den Verschleißschutz*

	VC	WC	WSC	TiC	Cr ₇ C ₃	(Fe-Cr) ₇ C ₃	Mo ₂ C	NbC
hard- ness [HV0.05]	2940	2350	2700 - 3200	3200	2200	1300 – 1600*	1660	1800



Vickershärten bedeutender Minerale**

	Dolomit	Kalkspat	Korund	Quarz	Spinell	Apatit	Achat	Topas
hard- ness [HV]	420-475	190-260	1800-2200	1100- 1260	1130- 1330	536 - 850	800- 1100	1130- 1650

*A. Pelz; Microstructure and properties of new developed Fe-Cr-C-B powders for wear-protection purposes; Proceedings ITSC 2009
 **Uetz; Abrasion und Erosion; Carl Hanser Verlag München Wien

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik - Carbide des Wolframs

The diagram illustrates the phase behavior of the W-C system. The top x-axis represents the weight percentage of carbon (Gewichtsanteil Kohlenstoff), and the bottom x-axis represents the atomic weight percentage of carbon (Atomgewicht Kohlenstoff). The y-axis shows temperature in degrees Celsius (Temperatur °C). Key features include:

- Regions:** L (Liquid), S+C (Solid solution), W+C (Tungsten carbide), W₂C (Tungsten carbide), W+W₂C (Tungsten + Tungsten carbide), W₂C(β'), W₂C(β''), WC(γ), and WC+C (Tungsten carbide + Tungsten carbide).
- Key Temperatures and Compositions:**
 - 3422°C: Melting point of W.
 - 2710°C: Peritectic reaction at ~0.7% C.
 - 2776°C: Eutectic reaction at 31.0% C.
 - 2720°C: Peritectic reaction at 41.5% C.
 - 2747°C: Peritectic reaction at 39.0% C.
 - 2735°C: Peritectic reaction at 36.5% C.
 - 2490°C: Peritectic reaction at 32.6% C.
 - 2530°C: Peritectic reaction at 25.6% C.
 - 2380°C: Peritectic reaction at ~33.4% C.
 - 2380°C: Peritectic reaction at ~38.0% C.
- Micrographs:**
 - blockiges WSC:** A micrograph showing a blocky structure of tungsten carbide.
 - Makrokristallines WC:** A micrograph showing a macrocrystalline structure of tungsten carbide.

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de

Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

PPA geschweißte Pralltrommel

ZW: 40Gew.% NiBSi + 60Gew.% WSC

50 µm

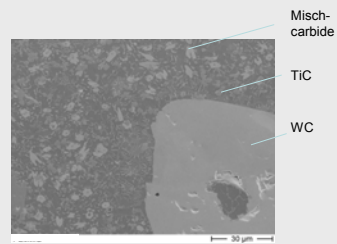
The image shows a large, cylindrical industrial component, identified as a PPA welded drum, resting on a wooden pallet in a factory setting. The drum has a series of longitudinal welds. To the right, a micrograph shows the internal structure of the material, which is a composite of 40% NiBSi and 60% WSC. The micrograph displays a light-colored matrix with darker, irregularly shaped regions. A scale bar in the bottom right corner indicates 50 µm.

Pulver in der Schweißtechnik - Entwicklungen-PPA-Panzerungen

Substitution teurer Pseudolegierungen*

Anwendungen: Bergbau, Fördertechnik; Recyclingindustrie

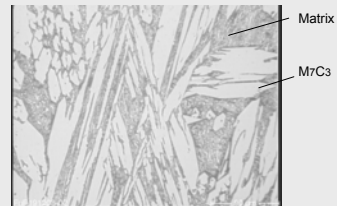
Aufbau: z.B.
40Gew.% Matrix Warmarbeitsstahl + Carbiddbildner
+
60Gew.% makrokristallines Wolframcarbid



Entwicklung neuartiger carbidischer Fe-Basis-Legierungen

Anwendungen: Bergbau, Fördertechnik; Zementindustrie; Ölindustrie

Aufbau: z.B. Fe-Cr-C-B Legierungen

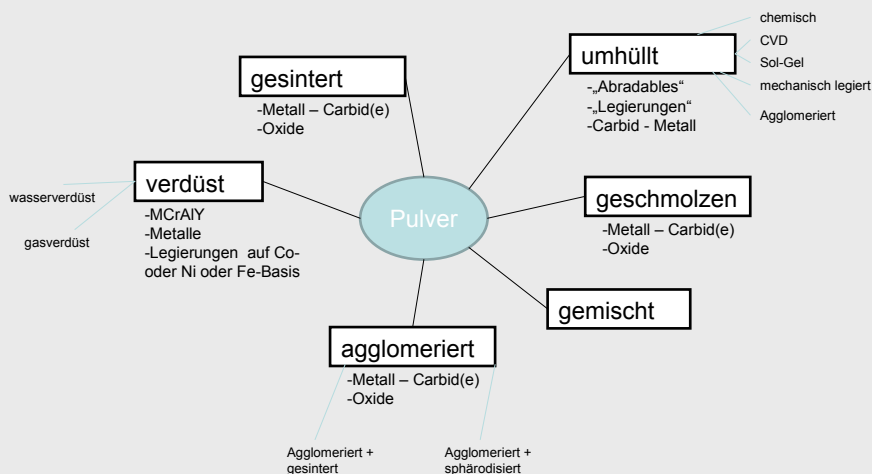


* W. Theißen, R. Winkelmann, B. Reichmann, A. Pelz; Auftragschweißen von Wolframcarbid in Fe-Basis-Legierungen; 7. Fachtagung Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen, Halle 2008; Seiten 65-70

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Spritztechnik - Hauptarten



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Spritztechnik - Entwicklungen

Entwicklung neuartiger carbidischer Fe-Basis-Legierungen*

Anwendungen: Bergbau, Fördertechnik; Zementindustrie; Ölindustrie

Aufbau: z.B. Fe-Cr-C-B Legierungen



„Nanokristallin“ erstarrende Werkstoffe

Anwendungen: Bergbau, Fördertechnik; Zementindustrie; Ölindustrie

Aufbau: z.B. Fe-Cr-W-Mo-B-C Legierungen

„Nanoskalige“ Pulver

Anwendungen: Papierindustrie, Maschinenteile; Bergbau, Fördertechnik

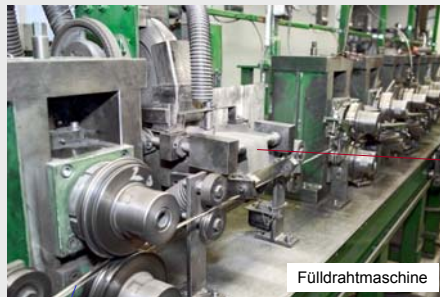
Aufbau: z.B. WC-Co

*A. Pelz: Microstructure and properties of new developed Fe-Cr-C-B powders for wear-protection purposes; Proceedings ITSC 2009

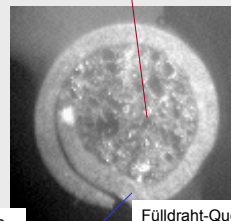
Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Fülldrähte



Pulverfüllung



Metallband (Fe, Ni, Co; Cu; Al)

Fülldrahtherstellung-Schema

Fülldraht-Querschnitt

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Fülldrähte

Mantelmaterialien

Fe; Co; Ni; Cu; Al

FeCr; FeCrNi;
NiCr; CuMn; AlSi

Legierungspulver

Co; Fe; Ni; Cr; Al;

FeCr; SiC; FeB;
FeSi; FeMn;
FeNb; FeTi; FeMo

Zuschlagstoffe*

TiO₂; CaCO₃; CaF₂

-Zum Einsatz kommen Pulver mit Korngrößen <0,315mm.
Fülldrähte werden im Durchmesserbereich 1,0mm – 4,0mm produziert.

-Es gibt formgeschlossene (gefalzte) Fülldrähte und nahtlose Fülldrähte.

-Die Pulver können als reine Mischungen in den Drähten vorliegen oder mit Hilfe von Bindemitteln agglomeriert worden sein. Zum Auftragschweißen haben sich gefalzte Fülldrähte behauptet, da die erzielbaren Füllgrade und damit Legierungsmöglichkeiten größer sind.

* beeinflussen das Abschmelzverhalten, den Tropfenübergang; Schlackencharakteristik; Schweißmetallurgie

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele Fülldraht-Auftragschweißungen

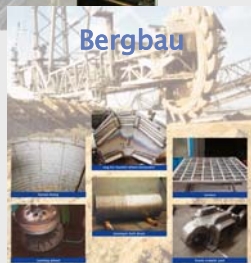
Stahlindustrie



Eisenerzeugung



Bergbau



Zement



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele Fülldraht-Auftragschweißungen



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele Fülldraht-Spritzschichten

Lichtbogenspritzen zum Verschleißschutz
 an komplexen Bauteilgeometrien



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik - Entwicklungen an Fülldrähten

Legierungsentwicklung zur Substitution teurer Ni- oder Co-Basislegierungen

Anwendungen: Zementindustrie; Hüttenindustrie

z.B. Fe-Cr-Mo-C Legierungen

Fülldrähte für Dünnschichtanwendungen

Anwendungen: Maschinenbau; Anlagenbau; Ventilatorindustrie; Fördertechnik

z.B. Dünnschichtbeschichtungen der Art Fe-Cr-C

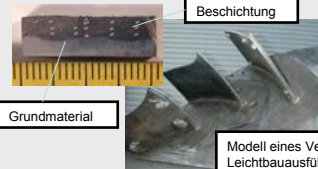
Fülldrähte für Sonderanwendungen

Anwendungen: Lote für die Automobilindustrie; reibungsminimierte Beschichtungen

z.B. Spezialfülldrähte auch mit Schmierstoffen – Cu + HBN



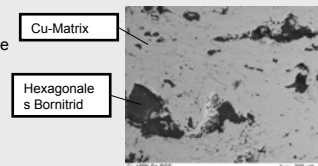
Mikrogefüge Cortal 6545 bei 500facher Vergrößerung



Beschichtung

Grundmaterial

Modell eines Ventilators als Leichtbauausführung



Cu-Matrix

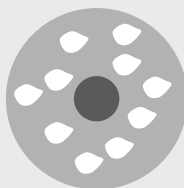
Hexagonale s Borinitrid

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Rührchen, Stäbe und Stabelektroden

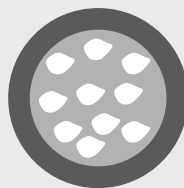
Kerndraht mit Umhüllung



-Kerndraht kann mit Strom beaufschlagt werden

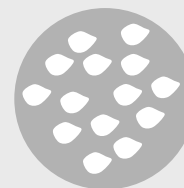
-(E-Hand), Autogen, WIG

Mantel mit Füllung



-z.B. abgelängter Fülldraht
-E-Hand, Autogen, WIG

Erschmolzener Stab



-Erschmolzen, gesintert oder gepresst
-E-Hand, Autogen, WIG

■ Schmelzmetallurgisches Material

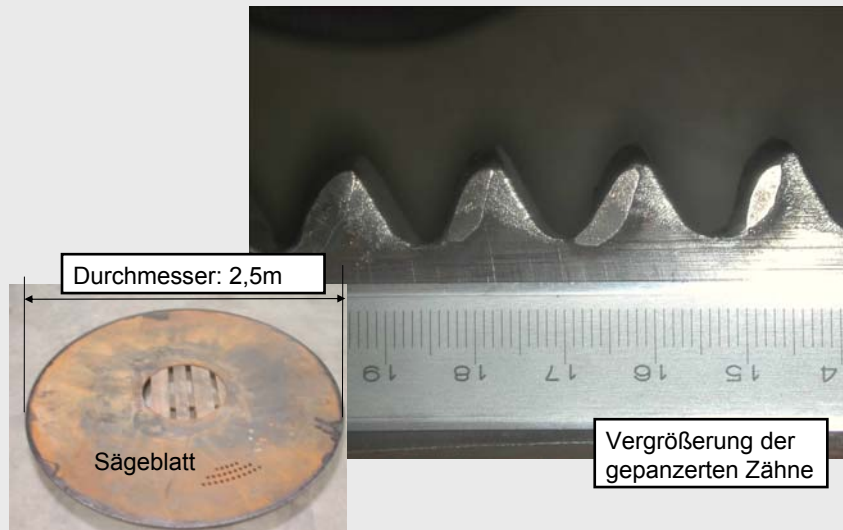
■ Füllung bzw. Umhüllung
(kann enthalten: Legierungsbildner, Füllmaterial, Bindemittel, Schlackenbildner, Desoxydationsmittel)

● Hartstoffpartikel

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele Röhren-Panzerung



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



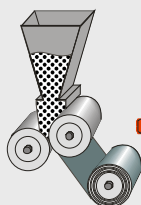
Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Sinterbänder

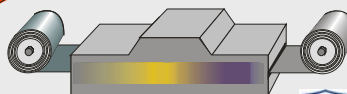
1. Pulvermischung



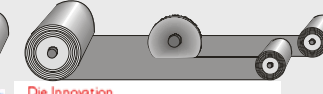
2. Grünband-herstellung



3. Sintern



4. Schneiden



Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
 VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Beispiele Sinterband-Plattierung



Panzern von off-shore Komponenten mittels RES + Sinterbandelektrode Corosint 21 in Thale

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Pulver in der Schweißtechnik – Schweißpulver als Hilfsstoffe

Charakteristische chemische Bestandteile verschiedener Pulvertypen und deren Auswirkungen auf wichtige Schweißnahteigenschaften

Pulvertyp	charakteristische Zusammensetzung	Grenzwerte [%]	Strom- belastbarkeit	Poren- sicherheit	Schweiß- geschw.	Schlacken- entfernbarkeit	Naht- aussehen	Riss- sicherheit	Zähigkeit
Mangan-Silikat	MnO + SiO ₂	min. 50	+++	+++	++	+	+++	+	+
	CaO	max. 15							
Calcium-Silikat	CaO + MnO + SiO ₂	min. 55	+++	++	++	+++	+++	+	+
	CaO + MgO	min. 15							
Zirkon-Silikat	ZrO ₂ + MnO + SiO ₂	min. 45							
	ZrO ₂	min. 15							
Rutil-Silikat	TiO ₂ + SiO ₂	min. 50							
	TiO ₂	min. 20							
Aluminat-Rutil	Al ₂ O ₃ + TiO ₂	min. 40	++	++	+++	+++	+++	+	+
Aluminat-basisch	Al ₂ O ₃ + CaO + MgO	min. 40							
	Al ₂ O ₃	min. 20	++	++	++	++	++	++	++
	CaF ₂	max. 22							
Aluminat-Silikat	Al ₂ O ₃ + SiO ₂ + ZrO ₂	min. 40							
	CaF ₂ + MgO	min. 30							
	ZrO ₂	min. 5							
Aluminat-Flourid-basisch	Al ₂ O ₃ + CaF ₂	min. 70							
Flourid-basisch	CaO + MgO + CaF ₂ + MnO	min. 50							
	SiO ₂	max. 20	+	++	+	++	+	+++	+++
	CaF ₂	min. 15							

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Zusammenfassung

Pulver sind fester Bestandteil von schweißtechnischen und spritztechnischen Zusatzwerkstoffen zur Herstellung von Beschichtungen.

Erst über die Pulvermetallurgie lassen sich Legierungen herstellen, die auf schmelzmetallurgischem Wege nicht herstellbar bzw. handhabbar sind.

Viele Werkstoffinnovationen auf dem Gebiet des Verschleißschutzes lassen sich nur mit Hilfe der Pulvermetallurgie vorantreiben.

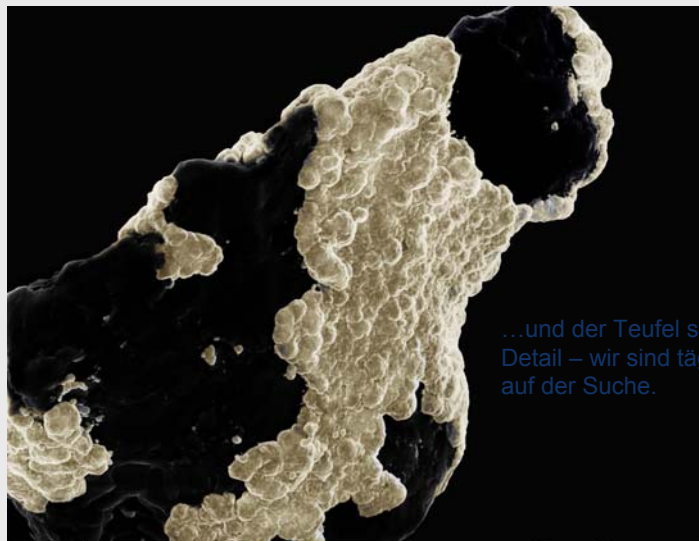
Auch bei den Hilfsstoffen haben pulverförmige Zusatzwerkstoffe ihren festen Anteil in der Schweißtechnik.

Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



Die Innovation
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH

Vielen Dank!



...und der Teufel steckt im Detail – wir sind täglich auf der Suche.

NiC-Pulver
Fülldrähte – Sinterbänder – Pulver – Verschleißplatten – coating center
www.verschleisschutz-thale.de



30 µm
CORODUR
VERSCHLEISS-SCHUTZ GMBH