

DIN EN ISO 14917

ICS 01.040.25; 25.220.20

Einsprüche bis 2015-10-28
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 657:2005-06**Entwurf****Thermisches Spritzen –
Begriffe, Einteilung (ISO/DIS 14917:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 14917:2015**Thermal spraying –
Terminology, classification (ISO/DIS 14917:2015);
German and English version prEN ISO 14917:2015Projection thermique –
Terminologie, classification (ISO/DIS 14917:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 14917:2015**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 55 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf ist identisch mit dem europäischen und internationalen Norm-Entwurf prEN ISO 14917:2015, der im CEN/TC 240 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“ (Sekretariat DIN, Deutschland) erarbeitet und vom ISO/TC 107 „Metallic and other inorganic coatings“ identisch übernommen wurde.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der DIN/DVS-Gemeinschaftsausschuss NA 092-00-14 AA „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten (DVS AG V 7)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Für die in diesem Dokument genannten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Nationalen Normen hingewiesen:

ISO 6507-1	siehe	DIN EN ISO 6507-1
ISO 6508-1	siehe	DIN EN ISO 6508-1
ISO 14916	siehe	DIN EN ISO 14916
ISO 14919	siehe	DIN EN ISO 14919
ISO 14920	siehe	DIN EN ISO 14920
ISO 14923	siehe	DIN EN ISO 14923
ISO 14924	siehe	DIN EN ISO 14924
ISO 17836	siehe	DIN EN ISO 17836

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 14917 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 657:2005-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen im Abschnitt 2 aktualisiert;
- b) Suspensionsspritzen ergänzt;
- c) Tabelle 1 bezüglich Kurzbuchstaben für die Beschichtungseigenschaften eingefügt;
- d) Tabelle 2 bezüglich Kurzbuchstaben für den Schichtzustand bzw. Nachbehandlungen eingefügt;
- e) Stichwortverzeichnis hinzugefügt;
- f) Abschnitt „Literaturhinweise“ gestrichen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 14916, *Thermisches Spritzen — Ermittlung der Haftzugfestigkeit*

DIN EN ISO 14919, *Thermisches Spritzen — Drähte, Stäbe und Schnüre zum Flammsspritzen und Lichtbogenspritzen — Einteilung — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN ISO 14920, *Thermisches Spritzen — Spritzen und Einschmelzen von selbstfließenden Legierungen*

DIN EN ISO 14923, *Thermisches Spritzen — Merkmale und Prüfung von thermisch gespritzten Schichten*

DIN EN ISO 14924, *Thermisches Spritzen — Nachbehandeln und Nachbearbeiten von thermisch gespritzten Schichten*

DIN EN ISO 17836, *Thermisches Spritzen — Bestimmung der Auftragrate beim thermischen Spritzen*

— Leerseite —

Thermisches Spritzen — Begriffe, Einteilung (ISO/DIS 14917:2015)

Projection thermique — Terminologie, classification (ISO/DIS 14917:2015)

Thermal spraying — Terminology, classification (ISO/DIS 14917:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Verfahrensabweichungen	6
4.1 Einteilung nach Art des Spritzmaterials	6
4.2 Einteilung nach Art des Spritzbetriebs	7
4.2.1 Manuelles Spritzen	7
4.2.2 Mechanisches Spritzen	7
4.2.3 Automatisches Spritzen	7
4.3 Einteilung und Abkürzungen für thermisches Spritzen, Beschichtungen und ihre technologischen Eigenschaften, Nachbehandlungen	7
4.3.1 Thermisches Spritzen, Beschichtungen und Eigenschaften	7
4.3.2 Zustand der Spritzbeschichtungen und Nachbehandlungen	7
4.3.3 Einteilung nach dem Energieträger und/oder Art des Spritzzusatzes – Abkürzungen für Spritzverfahren und besondere Oberflächenbehandlungen durch Schweißen	8
5 Prozessbeschreibungen	9
5.1 Flamspritzen	9
5.1.1 Allgemein	9
5.1.2 Drahtflamspritzen	9
5.1.3 Pulverflamspritzen	10
5.2 Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen	10
5.2.1 Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen mit Brenngas	10
5.2.2 Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen mit flüssigem Brennstoff	11
5.2.3 Hochgeschwindigkeits-Suspensionsflamspritzen	11
5.2.4 Flamschockspritzen (Detonationsspritzen)	12
5.3 Kaltgasspritzen	12
5.4 Lichtbogenspritzverfahren – Lichtbogenspritzen	13
5.5 Plasmaspritzverfahren	13
5.5.1 Atmosphärisches Plasmaspritzen	13
5.5.2 Plasmasuspensionsspritzen	14
5.5.3 Plasmaspritzen in Kammern	14
5.6 Andere Plasmaspritzverfahren	15
5.6.1 Wasserstabilisiertes Plasmaspritzen	15
5.6.2 Induktionsplasmaspritzen	15
5.6.3 Plasmadrahtspritzen mit übertragendem Lichtbogen (PTWA)	16
5.7 Laserspritzen	17
5.8 Plasma-Oberflächenbehandlung mit übertragendem Lichtbogen (PTA)	18
6 Thermisches Spritzen — Begriffe	19
6.1 Allgemeine Begriffe	19
6.1.1 Beschichtbarkeit	19
6.1.2 Eignung zur Beschichtung	19
6.1.3 Eignung zum Spritzen	19
6.1.4 Funktionsgerechte Beschichtung	19
6.1.5 Durchführbarkeit der Beschichtung	20
6.1.6 Begleitende Prüfkörper	20
6.2 Thermische Spritzausrüstung, Begriffe	20
6.2.1 Spritzpistole	20

6.2.2	Spritzdüse	20
6.2.3	Zusatzdüse	20
6.2.4	Kontaktrohr	20
6.2.5	Drahtvorschubeinrichtung	20
6.2.6	Pulverförderer	20
6.2.7	Pulverinjektor	20
6.3	Verfahrensspezifische Begriffe für thermisches Spritzen	20
6.3.1	Spritzzusatz	20
6.3.2	Trärgas	21
6.3.3	Zerstäubergas	21
6.3.4	Treibgas	21
6.3.5	Spritzstrahl	21
6.3.6	Spritzteilchen/Spritzpartikel	21
6.3.7	Spritzer	21
6.3.8	Spritzgut	21
6.3.9	Spritzabstand	21
6.3.10	Spritzwinkel	21
6.3.11	Spritzgeschwindigkeit	21
6.3.12	Spritzstrahlüberdeckung	21
6.3.13	Spritzfleck	21
6.3.14	Auftragrate	21
6.3.15	Spritzverluste	22
6.3.16	Auftrageffizienz	22
6.3.17	Abdecken, Maskieren	22
6.3.18	Versiegeln	22
6.3.19	Thermische Behandlung	22
6.3.20	Schmelzverbinden/Einschmelzen gespritzter Schichten	22
6.4	Schichtspezifische Begriffe	22
6.4.1	Spritzschicht	22
6.4.2	Substrat	22
6.4.3	Haftschicht	22
6.4.4	Deckschicht	22
6.4.5	Interface	22
6.4.6	Nicht aufgeschmolzene Teilchen	23
6.4.7	Wieder erstarrte Spritzteilchen	23
6.5	Eigenschaften von thermische gespritzten Schichten, Begriffe	23
6.5.1	Haftzugfestigkeit, R_H	23
6.5.2	Kohäsionsfestigkeit	23
6.5.3	Härte	23
6.5.4	Scherbeanspruchungswiderstand	23
6.5.5	Weitere Eigenschaften	23
Anhang A (informativ) Gliederung der Verfahren zum thermischen Spritzen — Einteilung nach verwendeten Energieträgern		24
Anhang B (informativ) Stichwortverzeichnis		25

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 14917:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 107 „Metallic and other inorganic coatings“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 240 „Thermisches Spritzen und thermisch gespritzte Schichten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 657:2005 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 14917:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 14917:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Anfragen zu offiziellen Interpretationen der technischen Aspekte dieser Internationalen Norm sollten über Ihre nationalen Normungsinstitute an das Sekretariat der ISO/TC 107 "Metallic and other inorganic coatings" gerichtet werden; eine Auflistung dieser Institute kann unter www.iso.org gefunden werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Verfahren und allgemeinen Begriffe für thermisches Spritzen fest. Sie teilt die thermischen Spritzverfahren nach Art des Spritzmaterials, Art des Spritzbetriebs und Art des Energieträgers ein. Sie legt die Abkürzungen für Spritzverfahren, Spritzbeschichtungen und Herstellungsschritte fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 6507-1, *Metallic materials — Vickers hardness test — Part 1: Test method*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 14232, *Thermal spraying — Powders — Composition and technical supply conditions*

ISO 14916, *Thermal spraying — Determination of tensile adhesive strength*

ISO 14919, *Thermal spraying — Wires, rods and cords for flame and arc spraying — Classification — Technical supply conditions*

ISO 14920, *Thermal spraying — Spraying and fusing of self-fluxing alloys*

ISO 14923, *Thermal spraying — Characterization and testing of thermal sprayed coatings*

ISO 14924, *Thermal spraying — Post-treatment and finishing of thermally sprayed coatings*

ISO 17836, *Thermal spraying — Determination of the deposition efficiency for thermal spraying*

EN 15340, *Thermal spraying — Determination of shear load resistance of thermally sprayed coatings*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Thermisches Spritzen (TS)

Verfahren, bei denen Beschichtungsmaterialien inner- oder außerhalb der Spritzpistole oder des Brenners bis zum verformbaren oder geschmolzenen Zustand erhitzt und dann auf eine vorbereitete Oberfläche geschleudert werden; nur der Grundwerkstoff im Partikeleinfallbereich kann lokal an der Oberfläche angeschmolzen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Um bestimmte Eigenschaften der Auftragung zu erhalten, kann eine nachfolgende thermische, mechanische oder versiegelnde Behandlung erfolgen.

4 Verfahrensabweichungen

4.1 Einteilung nach Art des Spritzmaterials

Unterscheidung zwischen den folgenden Varianten:

- Drahtspritzen;
- Stabspritzen;
- Schnurspritzen;
- Pulverspritzen;
- Suspensionsspritzen.

4.2 Einteilung nach Art des Spritzbetriebs

4.2.1 Manuelles Spritzen

Alle zum Spritzverfahren gehörenden Schritte erfolgen manuell.

4.2.2 Mechanisches Spritzen

Alle zum Spritzverfahren gehörenden Schritte erfolgen mechanisch.

4.2.3 Automatisches Spritzen

Alle zum Spritzverfahren gehörenden Schritte sind voll mechanisiert, einschließlich der Handhabung, wie z. B. Wechsel des Werkstücks, und sind in ein programmiertes System integriert. Auch die Überwachung und Kontrolle des gesamten Spritzverfahrens kann nach der Regelkreis-Methode integriert werden.

4.3 Einteilung und Abkürzungen für thermisches Spritzen, Beschichtungen und ihre technologischen Eigenschaften, Nachbehandlungen

4.3.1 Thermisches Spritzen, Beschichtungen und Eigenschaften

Tabelle 1 — Thermisches Spritzen, Beschichtungen und Eigenschaften (Abkürzungen in Großbuchstaben)

Abkürzung	Teil	Spezifiziert in Abschnitt	Spezifiziert in Norm
TS	Thermisches Spritzen (allgemein)	3.1	—
BC	Klebstoffschicht	6.4.3	—
TC	Oberste Schicht	6.4.4	—
SF	Selbstfließende Legierung		ISO 14920 / ISO 14232
DE	Auftrageffizienz	6.3.16	ISO 17836
R_H	Haftzugfestigkeit	6.5.1	ISO 14916

4.3.2 Zustand der Spritzbeschichtungen und Nachbehandlungen

Tabelle 2 — Zustand der Spritzbeschichtungen und Nachbehandlungen (Abkürzungen in Kleinbuchstaben)

Abkürzung	Zustand	Spezifiziert in Norm bzw. beschrieben in Abschnitt
as	Gespritzt	6.4.1
f	Aufgeschmolzen	ISO 14920
sm	Geglättet	ISO 14924
m/c	maschinell bearbeitet	ISO 14924
s	Versiegelt	ISO 14924

4.3.3 Einteilung nach dem Energieträger und/oder Art des Spritzzusatzes – Abkürzungen für Spritzverfahren und besondere Oberflächenbehandlungen durch Schweißen

In der Einteilung nach dem Energieträger sind aufgrund verschiedener Spritzzusätze Untereinteilungen notwendig. In Anhang A zeigt Bild A.1 eine Gliederung der Spritzprozesse mit Untereinteilungen.

Tabelle 3 — Klassifizierung und Abkürzungen der Spritzverfahren (Abkürzungen in Großbuchstaben)

Standard Spritzverfahren		Verfahrens- abkürzungen	Verfahrensbe- schreibung in Abschnitt
TS mittels gasförmiger oder flüssiger Brennstoffe	Flammspritzverfahren		5.1
	Drahtflammspritzen	WFS	5.1.2
	Schnurflammspritzen	CFS	5.1.2
	Stabflammspritzen	RFS	5.1.2
	Pulverflammspritzen	PFS	5.1.3
	Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen		5.2
	Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit Brenngas-Sauerstoff	HVOF	5.2.1
	Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit Brenngas-Luft	HVAF	5.2.1
	Hochgeschwindigkeits- Suspensionsflammspritzen	(HVFSS)	5.2.3
	Detonationsspritzen	DGS	5.2.4
TS mittels Ausdehnung von Hochdruckgasen ohne Verbrennung	Kaltgasspritzen	CGS	5.3
TS mittels Lichtbogen oder Gasentladung	Lichtbogenspritzen (Lichtbogendrahtspritzen)	AS	5.4
	Atmosphärisches Plasmaspritzen	APS	5.5.1
	Atmosphärisches Plasmasuspensionsspritzen	(APSS)	5.5.2
	Vakuumplasmaspritzen / Niedrigdruck-Plasmaspritzen Plasmaspritzen in kontrollierter Atmosphäre	VPS (Europa) LPPS™ (USA, Asien) ^{a)} CAPS	5.5.3
TS mittels Lichtbogen oder Gasentladung (nur wenige Anwender)	Wasserstabilisiertes Plasmaspritzen	WSPS	5.6.1
	Induktionsplasmaspritzen	ICPS	5.6.2
	Plasmadrahtspritzen mit übertragendem Lichtbogen	PTWA	5.6.3
^{a)} zu beachten: LPPS™ ist ein Warenzeichen der Oerlikon Metco AG in den USA.			

Tabelle 4 — Einteilung und Abkürzungen der besonderen Oberflächenbehandlungsverfahren durch Schweißen (Abkürzungen in Großbuchstaben)

Besondere Oberflächenbehandlungsverfahren durch Schweißen		Verfahrens- abkürzungen	Verfahrensbeschreibung in Abschnitt
Oberflächenbehandlung mittels gebündelten Lichtstrahls	Laserspritzen	LC	5.7
Oberflächenbehandlung mittels elektrischem Lichtbogen oder Gasentladung	PTA- Oberflächenbehandlung	PTA	5.8

5 Prozessbeschreibungen

5.1 Flammspritzen

5.1.1 Allgemein

Flammspritzen ist ein Verfahren, bei dem ein Beschichtungsmaterial mit einer Brenngas-Sauerstoffflamme erhitzt und dann auf einen Grundwerkstoff geschleudert wird. Das Material kann ursprünglich in Form von Pulver, Stab, Schnur oder Draht vorliegen. Das heiße Material wird entweder nur über einen Brenngas-Sauerstoffstrahl oder mit der zusätzlichen Hilfe eines Zerstäubungsgases, wie z. B. Druckluft, auf den Grundwerkstoff gespritzt.

5.1.2 Drahtflammspritzen

Beim Drahtflammspritzen wird der abzulagernde Metalldraht (Massiv- oder Fülldraht) kontinuierlich der Pistole zugeführt. Er wird mit einer Brenngas-Sauerstoffflamme bis zum Schmelzen erhitzt und mit der zusätzlichen Hilfe eines Zerstäubungsgases, wie z. B. Druckluft, auf die vorbereitete Werkstoffoberfläche geschleudert. Siehe Bild 1.

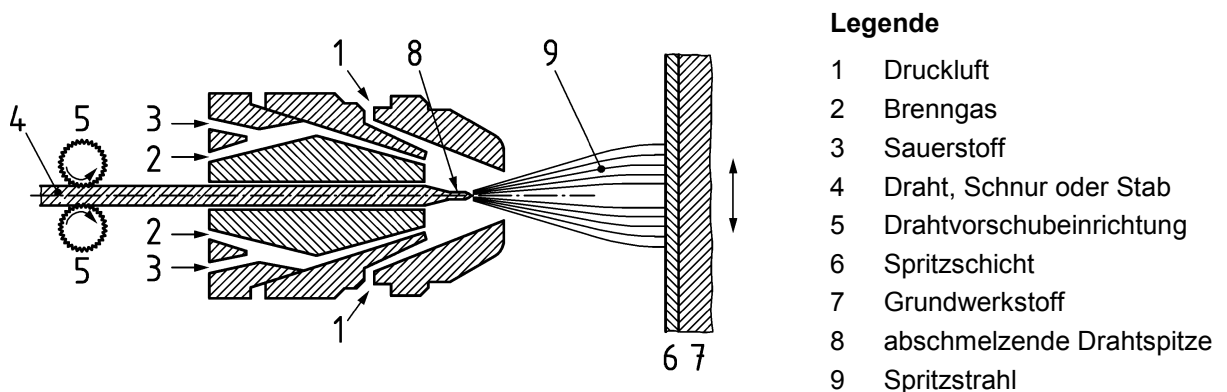


Bild 1 — Drahtflammspritzen

Die vorwiegend verwendeten Brenngase sind z. B. Acetylen, Propan und Wasserstoff.

Varianten sind Stabflammspritzen (RFS), bei dem Fixlängen von Materialstäben verwendet werden, und Schnurflammspritzen (CFS), bei dem Schnüre des Beschichtungsmaterials verwendet werden.

5.1.3 Pulverflammspritzen

Bei dieser Methode wird das zu spritzende Material der Pistole in Pulverform zugeführt und mit der Brenngas-Sauerstoffflamme bis zum verformbaren, teilweise oder vollständig geschmolzenen Zustand erhitzt. Es wird durch Ausdehnung des Brenngases auf den vorbereiteten Grundwerkstoff geschleudert. In manchen Fällen kann ein zusätzlicher Gasstrahl verwendet werden, um die Pulverpartikel zu beschleunigen. Siehe Bild 2.

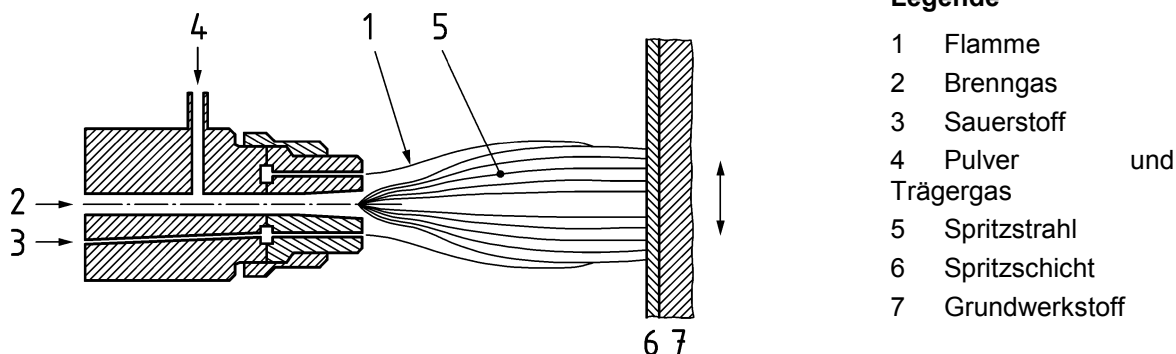


Bild 2 — Pulverflammspritzen

5.2 Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen

5.2.1 Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit Brenngas

Beim Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen wird kontinuierliche Verbrennung in der Verbrennungskammer erreicht, wodurch, in Verbindung mit der sich ausdehnenden Düse, eine extrem hohe Geschwindigkeit im Gasstrahl erreicht wird. Das Spritzmaterial wird axial in die Verbrennungskammer oder radial in den Hochgeschwindigkeits-Gasstrahl injiziert.

Der Ort der Pulverinjektion führt zu unterschiedlichen Verweilzeiten in der Flamme, wodurch die Geschwindigkeit und Temperatur der Partikel beeinflusst werden. Durch die hohe kinetische Energie des Spritzstrahls werden Beschichtungen mit hoher Dichte und starker Haftung produziert. Siehe Bild 3.

Brenngase wie Acetylen, Propan, Propylen, Methyl-Acetylen-Propaden und Wasserstoff können angewendet werden. Sauerstoff (HVOF) oder Luft (HVAF) können zugeführt werden, um eine Verbrennung zu erzeugen.

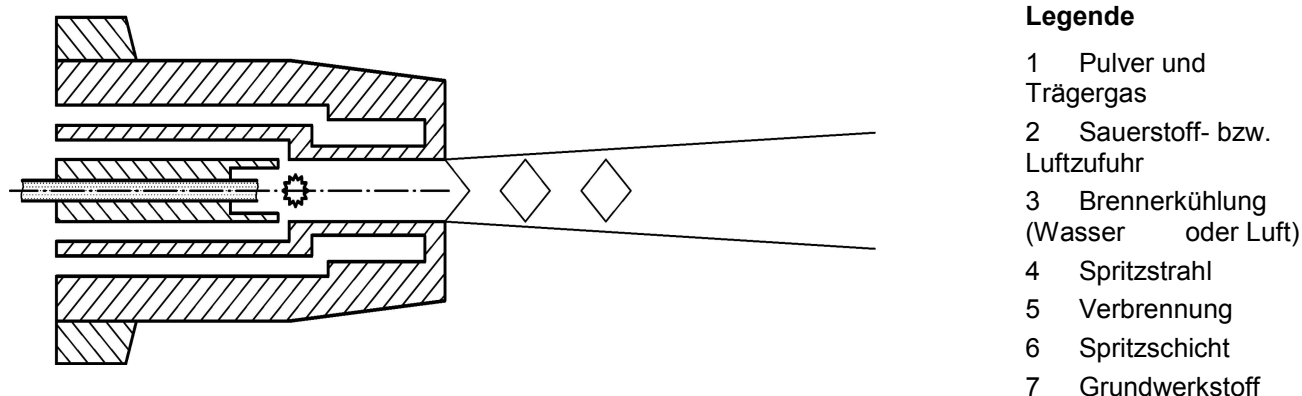


Bild 3 — Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit Brenngasen

5.2.2 Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit flüssigem Brennstoff

Beim Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit flüssigen Brennstoffen, wie Kerosin, N-Paraffin oder Ähnlichem, wird ein höherer Verbrennungsdruck als beim Spritzen mit Brenngas angewendet. Das Spritzpulver wird radial an einer Stelle injiziert, wo die Verbrennungsgase vollständig ausgedehnt und bereits ein wenig abgekühlt sind. Dadurch erhalten die Beschichtungen eine höhere Dichte und eine höhere Haftzugfestigkeit. Gelegentlich können in der Beschichtung Restdruckspannungen entstehen. Siehe Bild 4.

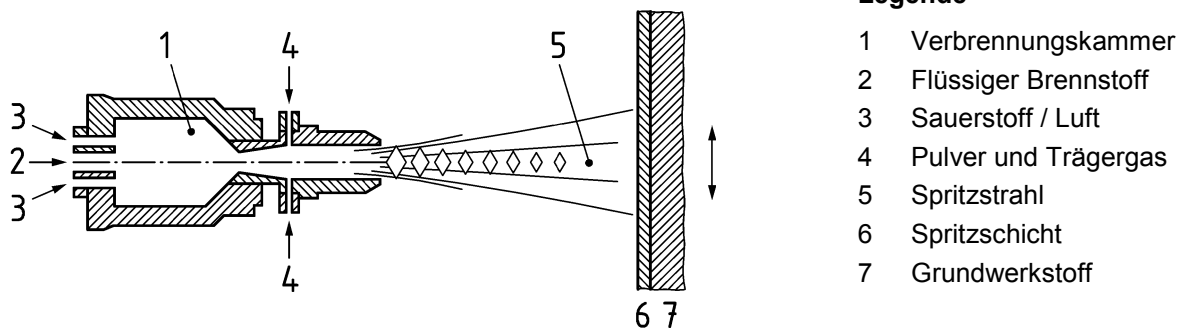


Bild 4 — Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen mit flüssigem Brennstoff

5.2.3 Hochgeschwindigkeits-Suspensionsflammspritzen

Suspensionen stellen ein alternatives Rohstoffmaterial dar. Die Verwendung von Suspensionen kommt hauptsächlich beim APS- und HVOF-Spritzen zum Einsatz. Die Verwendung nimmt derzeit zu. Suspensionen basieren meistens auf Wasser und Alkohol und enthalten fein dispergierte Pulver mit Korngrößen von einigen Nanometern bis zu 5 bis 10 Mikrometern. Dadurch können Materialien verwendet werden, die in dieser Größe spritzfähig und verfügbar sind. Dies sind vorwiegend Oxide, wie Aluminiumoxid, Zirkonoxid und Titanoxid.

Die Injektion der Suspension (radial und axial) in die Spritzpistole hängt von ihren Konstruktionsprinzipien ab. Eine axiale Injektion kann bei HVOF-Verfahren einfacher umgesetzt werden. Es wird vorgeschlagen, dass die Flüssigkeit durch ein Zerstäubungsverfahren in kleine Tröpfchen fragmentiert wird. Dann wird die Flüssigkeit verdampft und die entstandenen Partikel werden geschmolzen oder teilweise geschmolzen und auf das Substrat beschleunigt, wo sie die Beschichtung bilden. Solche feinen Partikel zeigen ein unterschiedliches Verhalten bezüglich der Spritzerbildung.

Ein wichtiger Vorteil des Spritzens mit Suspensionen ist die Erstellung von Beschichtungen mit geringerer Oberflächenrauheit und einer Dicke in einem Bereich von einigen μm bis zu mm. Die Mikrostruktur kann bezüglich der Porosität angepasst werden und es können mechanische Eigenschaften erlangt werden, die vergleichbar oder sogar besser sind als die von herkömmlichen Beschichtungen.

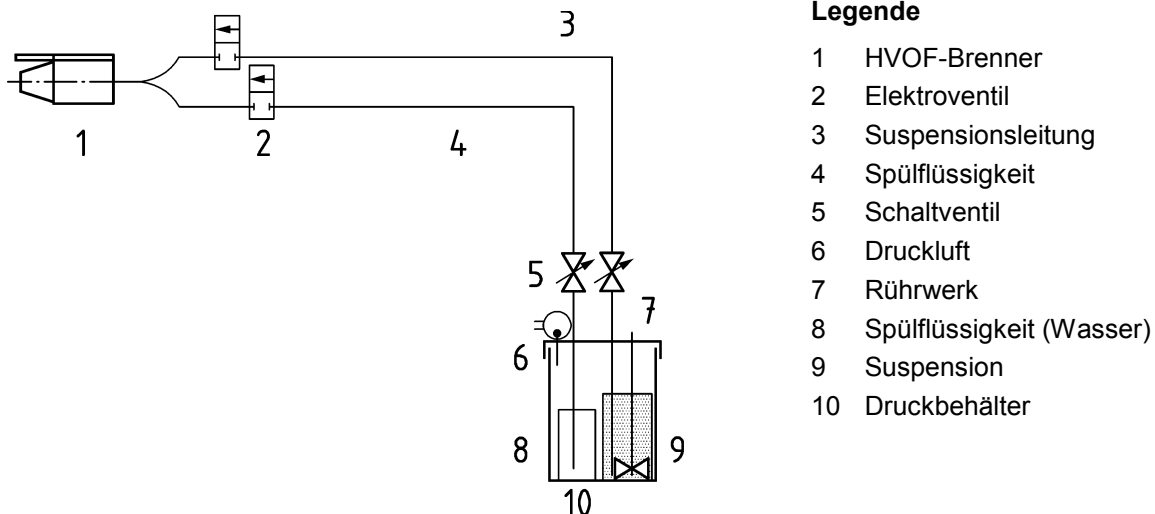


Bild 5 — Suspensionsspritzen beim HVOF-Spritzen

5.2.4 Flammschockspritzen (Detonationsspritzen)

Beim Flammschockspritzen (Detonationsspritzen) werden bestimmte Mengen eines pulverförmigen Spritzzusatzes in eine Brennkammer eingeführt, in der das Gasgemisch in gesteuerten Intervallen zur Detonation gebracht wird. Dadurch entsteht ein heißer Gasstrahl hoher Geschwindigkeit, in dem das Pulver zum plastischen oder teilweise oder vollständig geschmolzenen Zustand aufgeheizt wird und über ein Austrittsrohr auf hohe Teilchengeschwindigkeit beschleunigt wird.

Die Detonationskanone besteht aus der Brennkammer und dem Austrittsrohr. Das eingeführte Gas-Pulvergemisch wird durch einen elektrischen Funken gezündet. Die im Rohr entstehende Schockwelle beschleunigt die Spritzteilchen. In der Flammenfront werden die Partikel weiter aufgeheizt und in einem gerichteten Strahl auf eine vorbereitete Werkstückoberfläche geschleudert. Nach jeder Detonation erfolgt ein Reinigungsspülen der Brennkammer und des Rohres mit Stickstoff. Siehe Bild 6.

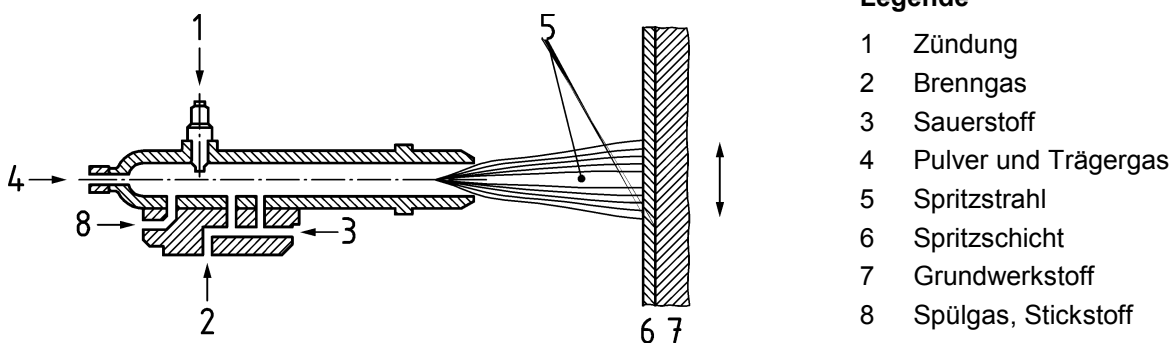
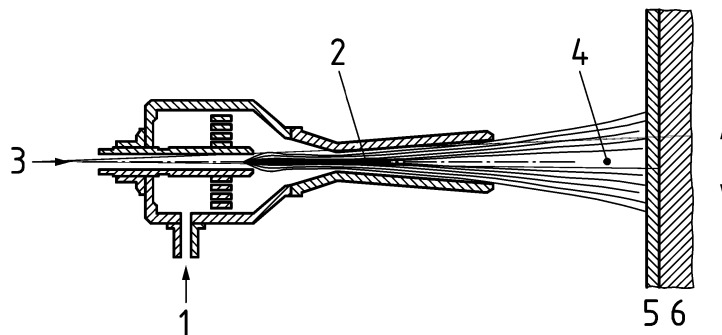


Bild 6 — Detonationsspritzen

5.3 Kaltgasspritzen

Beim Kaltgasspritzen wird ein Prozessgas (vornehmlich Stickstoff) in einer De-Laval-Düse auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Der Spritzzusatz wird in Pulverform vor der Düse in den Gasstrahl injiziert und mit hoher kinetischer und niedriger thermischer Energie auf die Werkstückoberfläche hin beschleunigt. Oberhalb einer für den jeweiligen Spritzzusatz charakteristischen Partikelgeschwindigkeit bilden die Partikel beim Aufprall eine dichte und festhaftende Schicht. Ein externes Aufheizen — z. B. in einem elektrisch beheizten Durchlauferhitzer — erhöht die Strömungsgeschwindigkeit des Gases und auch die Partikelgeschwindigkeit. Die damit verbundene Partikelenergie begünstigt das Verformen beim Aufprall. Die Gastemperatur liegt aber deutlich unter der Schmelztemperatur des Spritzzusatzes, so dass die Partikel im Gasstrom nicht geschmolzen werden können.

Deshalb lassen sich beim Kaltgasspritzen Nachteile wie Oxidation und andere Phasenumwandlungen vermeiden. Im Bild 7 wird das Verfahren schematisch dargestellt.



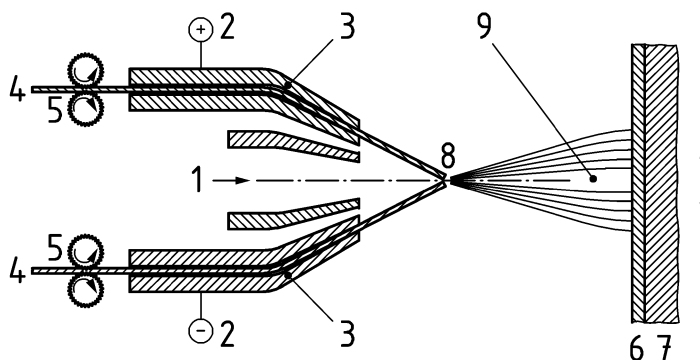
Legende

- 1 Prozessgas
- 2 De-Laval-Düse
- 3 Pulver und Trägergas
- 4 Spritzstrahl
- 5 Spritzschicht
- 6 Grundwerkstoff

Bild 7 — Kaltgaspritzen

5.4 Lichtbogensspritzverfahren – Lichtbogenspritzen

Beim Lichtbogenspritzen wird ein Lichtbogen zwischen zwei drahtförmigen Spritzzusätzen gleicher oder unterschiedlicher Zusammensetzung benutzt, um die Drahtspitze abzuschmelzen. Mit einem oder mehreren Gasstrahlen, meist Druckluft, wird das geschmolzene Metall zerstäubt und auf die vorbereitete Werkstückoberfläche geschleudert. Siehe Bild 8.



Legende

- 1 Druckluft
- 2 Spannung
- 3 Kontaktrohre
- 4 Drähte
- 5 Drahtvorschubeinrichtung
- 6 Spritzschicht
- 7 Grundwerkstoff
- 8 abschmelzende Drahtspitze
- 9 Spritzstrahl

Bild 8 — Lichtbogenspritzen

In besonderen Fällen kann eine Gasummantelung um den Lichtbogen und den Spritzstrahl verwendet werden, um ein Eindringen von Luft in das heiße Gas und den Partikelstrom zu verhindern oder zu verringern. Auf diese Weise können auch die Porosität und die Oxidierung in der Beschichtung reduziert werden.

5.5 Plasmaspritzverfahren

5.5.1 Atmosphärisches Plasmaspritzen

Beim atmosphärischen Plasmaspritzen wird der Spritzzusatz durch einen Plasmastrahl in den plastischen oder teilweise oder vollständig geschmolzen Zustand aufgeheizt und auf die vorbereitete Werkstückoberfläche geschleudert. Das Pulver wird dem Plasmastrahl innerhalb (interne Zufuhr) oder außerhalb (externe Zufuhr) der Düse mit Hilfe eines Trägergases zugeführt.

Das Plasma wird durch einen zwischen Elektrode (Kathode) und Düse (Anode) brennenden Lichtbogen erzeugt, mit teilweiser oder vollständiger Ionisierung des Plasmagases. Die hohe Geschwindigkeit des aus der