

## 8.8 Spritzverfahren

Die Spritzapplikation ist die universellste und die verbreitetste Lackauftragsart.

Mit dem Spritzen ist eine hohe Oberflächenqualität erreichbar, bei (je nach Verfahren) geringen Anforderungen an Investitionen und Anlagentechnik.

Der wesentliche Nachteil besteht in den relativ großen Lacknebelverlusten (Overspray, Verschmutzungen, Lacknebel). Daher gab es und gibt es zahlreiche Entwicklungen mit dem Ziel, diese Verluste auch bei herkömmlicher Zerstäubungstechnik zu minimieren.

### 8.8.1 Grundlegende Zerstäubungstechnik



### 8.8.2 Druckluftspritzen, pneumatische Zerstäubung

Druckluftpistolen gehören zu den wichtigsten Applikationsverfahren in der Lackverarbeitung.

Vorteile:

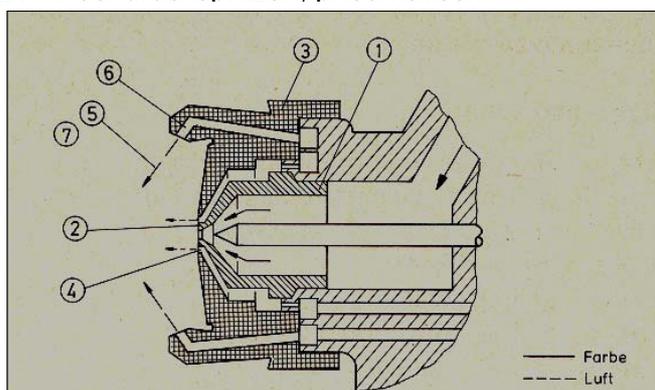
- sehr feine Zerstäubung und hohe Oberflächenqualität
- gleichmäßige Schichtdicke und fast strukturfreie Oberfläche
- gute Benetzung komplex geformter Teile

Nachteile:

- hoher Materialverbrauch (Overspray) besonders bei kleinen Teilen
- hohe Emission flüchtiger Lackbestandteile
- Spritznebelgefahr

Neuere Entwicklungen (Niederdruckspritzen, HVLP) entschärfen einige wesentliche Nachteile.

#### 8.8.2.1 Hochdruckspritzen, pneumatisch



Schnitt durch den Zerstäuberkopf

- 1 Düse 0,8 – 1,5 mm
- 2 Zerstäubungsgebiet
- 3 Luftkappe
- 4 Ringförmiger Luftstrahl
- 5 Querluftströme
- 6 Hornbohrungen
- 7 Raum vor der Luftkappe

Beim pneumatischen Hochdruckspritzen strömt die Zerstäubungsluft aus einer ringförmigen Öffnung, die durch eine Bohrung im Zerstäuberkopf (Luftkappe) und der darin zentrisch angeordneten Lackdüse gebildet wird. Zur Regulierung der Spritzstrahlform dienen Flachstrahl- (Hornluft-) Bohrungen.

Die aus diesen Bohrungen ausströmende Luft formt einen Spritzstrahl mit annähernd kreisförmiger, senkrecht zur Strahlachse liegender Grundfläche zu einem Strahl mit elliptischer Grundfläche. Die Druckluft wird durch Kompressoren oder Schaufelradgebläse erzeugt.

**Vorteile:**

- sehr gute Oberflächenqualität
- einfache Handhabung
- universell einsetzbar

**Nachteile:**

- hohe Lacknebelverluste (50 – 95 %)
- langsame Arbeitsgeschwindigkeit

**Zerstäubung**

Zerstäuberluftdruck min [bar]	2
Zerstäuberluftdruck max [bar]	8
Zerstäuberluftmenge [l/min]	bis 400
el.statische Spannung max [kV]	-
Tröpfchengröße min [µm]	-
Tröpfchengröße max [µm]	-

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

Auftragswirkungsgrad min [%]	20
Auftragswirkungsgrad max [%]	40
Arbeitsgeschwindigkeit	langsam

**Material**

Materialdruck max. [bar]	15
Materialmenge max [cm <sup>3</sup> /min]	400
Materialviskosität (max)	60sec (DIN 4)

**Lacktypen**

Lösungsmittellacke 1K	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA
Wasserlacke	JA
Wasserlack-Emulsion	JA
High-Solid Lacke 1K	JA
High-Solid Lacke 2K	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA
Metallische Lackierung	JA
UV-Lacke	-



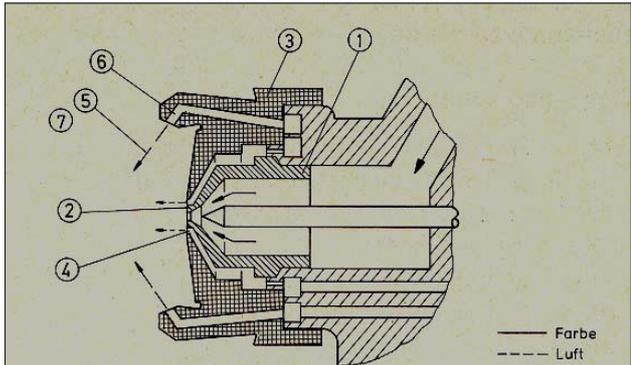
**Handgeführte Spritzpistole**



**Automatik Spritzpistole**

**8.8.2.2 HVLP, Niederdruckspritzen, pneumatisch**

- 1 Düse
- 2 Zerstäubungsgebiet
- 3 Luftkappe
- 4 Ringförmiger Luftstrahl
- 5 Querluftströme
- 6 Hornbohrungen
- 7 Raum vor der Luftkappe



**Schnitt durch den Zerstäuberkopf**

Das HVLP ( High Volume, low pressure ) Verfahren ist eine Spritztechnik, die mit einem sehr niedrigen Luftdruck (0,2 - 0,7 bar) arbeitet. Um eine gute Zerstäubung zu erreichen wird ein sehr großes Luftvolumen, bis zu 1000 l/min, eingesetzt. Diese große Luftmenge kann durch einen Kompressor oder durch ein Turbinengebläse erzeugt werden. Durch die geringe Bewegungsenergie der Lackpartikel entsteht ein sehr definierter Spritzstrahl mit sehr wenig Overspray und Turbulenzen. HVLP-Systeme gelten neben dem Elektrostatik-Verfahren zu den nebelärmsten.

**Zerstäubung**

Zerstäuberluftdruck min [bar]	0,2
Zerstäuberluftdruck max [bar]	0,7
Zerstäuberluftmenge [l/min]	750
el.statische Spannung max [kV]	-
Tröpfchengröße min [µm]	1
Tröpfchengröße max [µm]	150

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

Auftragswirkungsgrad min [%]	55
Auftragswirkungsgrad max [%]	85
Arbeitsgeschwindigkeit	mittel

**Material**

Materialdruck max. [bar]	15
Materialmenge max [cm³/min]	600
Materialviskosität (max)	60sec (DIN 4)

**Lacktypen**

Lösungsmittellacke 1K	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA
Wasserlacke	JA
Wasserlack-Emulsion	JA
High-Solid Lacke 1K	JA
High-Solid Lacke 2K	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA
Metallische Lackierung	JA
UV-Lacke	JA

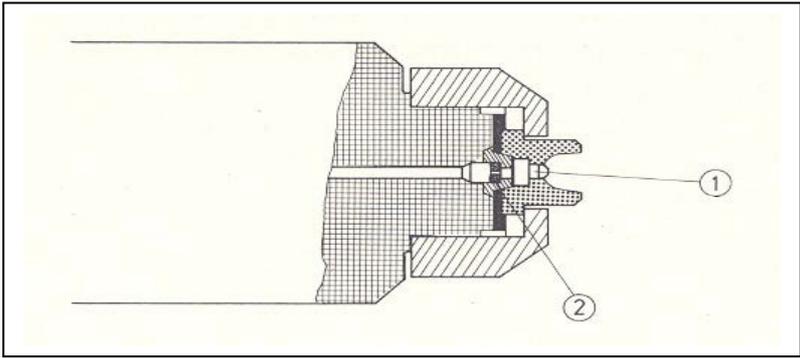


**Handpistole HVLP**



**Automatikpistole HVLP**

**8.8.2.3** Hydraulische Zerstäubung, Airless Verfahren



<b>1 Düse</b> <b>2 Vorzerstäuberdüse</b>
---

**Schnitt durch den Zerstäuberkopf**

Beim Airless Verfahren handelt es sich um ein luftlos zerstäubendes Farbspritzverfahren. Eine elektrisch, pneumatisch oder benzinmotorbetriebene Pumpe fördert das angesaugte Spritzmedium zur Düse. Die Pumpe setzt das flüssige Medium unter Druck und presst eine relativ große Menge Material durch eine kleine Düsenbohrung. Der Materialstaudruck ist regelbar und beträgt bis zu 530 bar. Die Düsen sind aus Sinterhartmetall und haben Bohrungen von 0,13 - 1,3 mm. Eine Airless-Anlage besteht aus Pumpe, Schlauch, Filter, Pistole und Düse.

**Vorteile:**

- wenig Overspray sorgt für hohe Lackausbeute
- hohe Fördermengen für hohe Flächenleistungen
- hohe Materialviskositäten sind verarbeitbar
- Schlauchlängen bis 100m sind möglich

**Nachteile:**

- Spritzstrahlform nur durch Düsenwechsel verstellbar
- Schlechtere Beschichtungsqualität
- Aufwendige Technik

**Zerstäubung**

Zerstäuberluftdruck min [bar]	-
Zerstäuberluftdruck max [bar]	-
Zerstäuberluftmenge [l/min]	-
el.statische Spannung max [kV]	-
Tröpfchengröße min [µm]	100
Tröpfchengröße max [µm]	500

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

Auftragswirkungsgrad min [%]	35
Auftragswirkungsgrad max [%]	65
Arbeitsgeschwindigkeit	sehr schnell

**Material**

Materialdruck max. [bar]	530
Materialmenge max [cm <sup>3</sup> /min]	10000
Materialviskosität (max)	>90sec (DIN 4)

**Lacktypen**

Lösungsmittellacke 1K	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA
Wasserlacke	JA
Wasserlack-Emulsion	JA
High-Solid Lacke 1K	JA
High-Solid Lacke 2K	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA
Metallische Lackierung	JA
UV-Lacke	JA



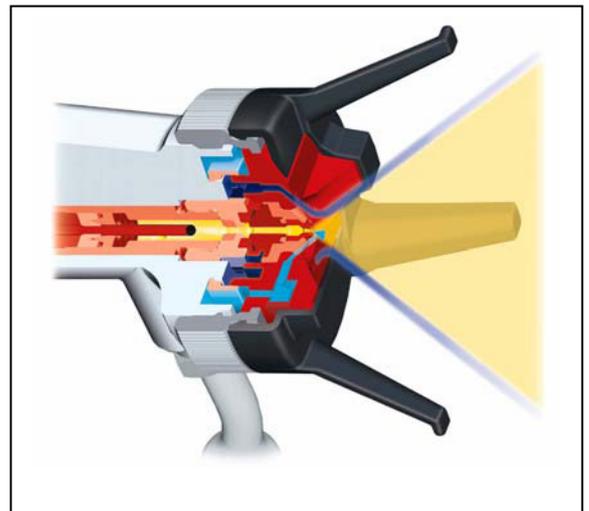
**Handgeführte Airlesspistole**



**Automatikairlesspistole**

#### 8.8.2.4 Hydraulische Zerstäubung mit Luftunterstützung (Airmix, Aircoat, ..)

Beim Aircoat-Spritzverfahren wird unter Einsatz einer Pneumatik- oder Membranpumpe das Spritzmedium bei einem Betriebsdruck ab ca. 20bar zerstäubt. Bei diesem relativ niedrigen Materialdruck ist die Basiszerstäubung gut, am Spritzstrahlrand jedoch entsteht eine Streifenbildung, die durch eine geringe Luftmenge ab 70l/min mit niedrigem Druck ab 0,4 bis max. 2,5bar aufgelöst wird. Durch die zentrale, unmittelbar an der Düsenbohrung angeordnete Luftzuführung wird die Zerstäubung unterstützt und auf der gesamten Breite zusätzlich verbessert. Der Luftanteil im Verhältnis zum Material ist dadurch noch geringer als bei bisher bekannten mixed-air Systemen. Die im Vergleich zum Airless-Spritzen (100-200bar) extrem geringe Einstellung des Betriebsdruckes ergibt beim Aircoat-Verfahren den Vorteil, dass die Farbpartikel sich mit geringerer Vorwärtsenergie bewegen, also einen "weichen" Sprühstrahl mit vermindertem Overspray bilden. Dieser Effekt wird verstärkt durch die nur mäßige Zudosierung von Druckluft, die den Zerstäubervorgang unterstützt.



Vorteile gegenüber dem Airlessverfahren:

- Kontrolliertes und gezieltes Spritzen
- Weicher Spritzstrahl mit reduzierter Vorwärtsenergie
- Wenig Overspray
- Farbersparnis bis ca. 15%
- Keine Randstreifen bei hochviskosen Medien
- Weniger Pumpen- und Düsenverschleiß

Vorteile gegenüber dem Hochdruckverfahren pneumatisch:

- Weniger Overspray
- Höhere Spritzgeschwindigkeit
- Materialersparnis bis ca. 40%
- Hochviskose Materialien verarbeitbar
- Bis zu 75% weniger Luftbedarf

**Zerstäubung**

Zerstäuberluftdruck min [bar]	0,4
Zerstäuberluftdruck max [bar]	2,5
Zerstäuberluftmenge [l/min]	80
el.statische Spannung max [kV]	-
Tröpfchengröße min [µm]	100
Tröpfchengröße max [µm]	200

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

Auftragswirkungsgrad min [%]	35
Auftragswirkungsgrad max [%]	70
Arbeitsgeschwindigkeit	schnell

**Material**

Materialdruck max. [bar]	250
Materialmenge max [cm <sup>3</sup> /min]	400
Materialviskosität (max)	100sec (DIN 4)

Lösungsmittellacke 1K	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA
Wasserlacke	JA
Wasserlack-Emulsion	JA
High-Solid Lacke 1K	JA
High-Solid Lacke 2K	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA
Metallische Lackierung	JA
UV-Lacke	JA

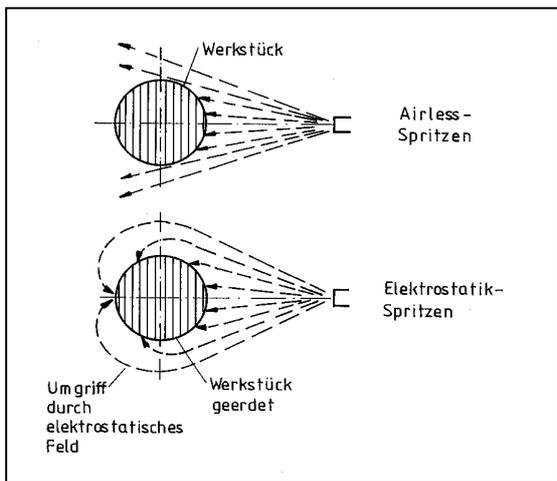


**Airmixhandpistole**

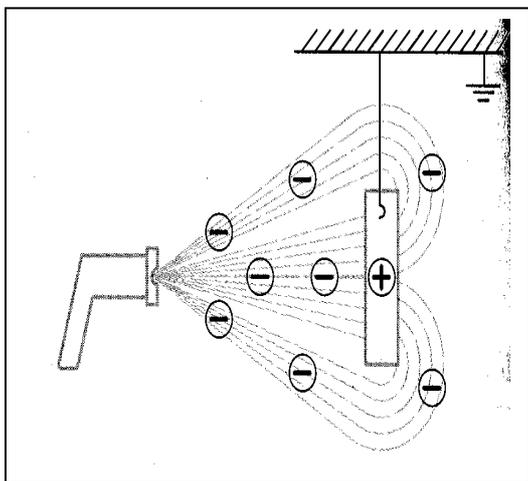


**Airmixautomatikpistole**

**8.8.2.5 Elektrostatisches Spritzen (ESTA – Spritzen)**



**Prinzip des elektrostatischen Spritzens**



Zwischen einer Hochspannungselektrode und einem Gegenpol entsteht ein Kraftfeld mit gesetzmäßig verlaufenden Kraftfeldlinien. Die Stärke dieses Kraftfeldes ist abhängig von der Spannungsdifferenz zwischen Elektrode und Gegenpol, dem Abstand und den elektrischen Eigenschaften des dazwischen liegenden Mediums.

Materie, die sich in der Nähe der Hochspannungselektrode befindet, wird mit Elektronen aufgeladen, von der Elektrode abgestoßen und entlang den Feldlinien des Kraftfeldes vom Gegenpol angezogen. Ist der Gegenpol geerdet, bleibt die Stärke des Kraftfeldes gleich, da die zugeführten Elektronen über die Erde abfließen können und die Spannungsdifferenz erhalten. Wäre der Gegenpol nicht geerdet, würde er durch Zufuhr von Elektronen aufgeladen, die Spannungsdifferenz und die Stärke des Kraftfeldes würden laufend abnehmen. Dieses physikalische Gesetz wird beim Spritzlackieren mit elektrostatischen Geräten für den Transport der Farbpartikel vom Applikator (z.B. Pistole) zum Werkstück eingesetzt. Zur Zerstäubung des Materials werden das Air-, Aircoat-, Airless-Verfahren oder ein Hochrotationszerstäuber verwendet.

Durch die elektrischen Anziehungskräfte entsteht ein Umgriff. Filigrane oder röhrenartige Bauteile können oftmals von einer Seite aus komplett beschichtet werden!

**Vorteile:**

- hoher Auftragswirkungsgrad ergibt eine Materialersparnis von bis zu 70%
- gleichmäßige Beschichtung
- Zeitersparnis speziell bei filigranen Konstruktionen und Kleinteilen
- kaum Overspray, bessere Kantenbeschichtung
- Geringer Lackschlamm -> Entsorgungskosten

**Nachteile:**

- Es können nur leitfähige Bauteile beschichtet werden
- Wasserlacke sind nur mit hochgelegten Anlagen zu verarbeiten

**Zerstäubung**

	Air	Air Coat
Zerstäuberluftdruck min [bar]	-	0,4
Zerstäuberluftdruck max [bar]	8	2,5
Zerstäuberluftmenge [l/min]	bis 400	80
el.statische Spannung max [kV]	90	90
Tröpfchengröße min [µm]	1	80
Tröpfchengröße max [µm]	100	150

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

	Air	Air Coat
Auftragswirkungsgrad min [%]	45	55
Auftragswirkungsgrad max [%]	85	80
Arbeitsgeschwindigkeit	schnell	schnell

**Material**

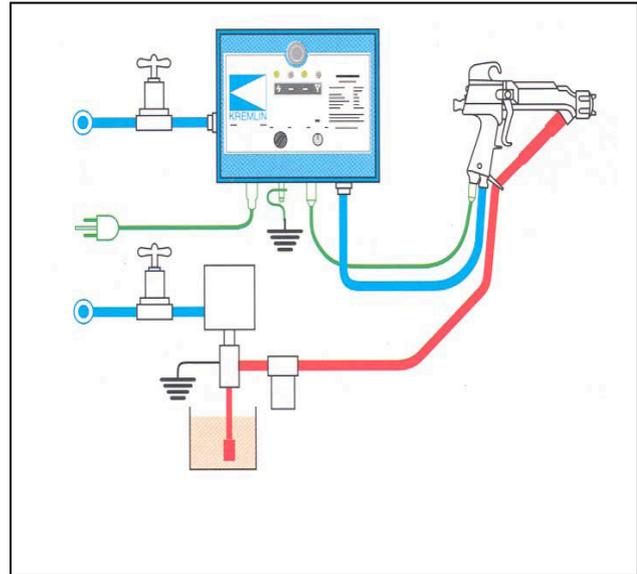
	Air	Air Coat
Materialdruck max. [bar]	15	250
Materialmenge max [cm³/min]	400	4000
Materialviskosität (max)	100sec (DIN 4)	>90sec (DIN 4)

**Lacktypen**

	Air	Air Coat
Lösungsmittellacke 1K	JA	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA	JA
Wasserlacke	JA	JA
Wasserlack-Emulsion	JA	JA
High-Solid Lacke 1K	JA	JA
High-Solid Lacke 2K	JA	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA	JA
Metallische Lackierung	JA	JA
UV-Lacke	JA	JA

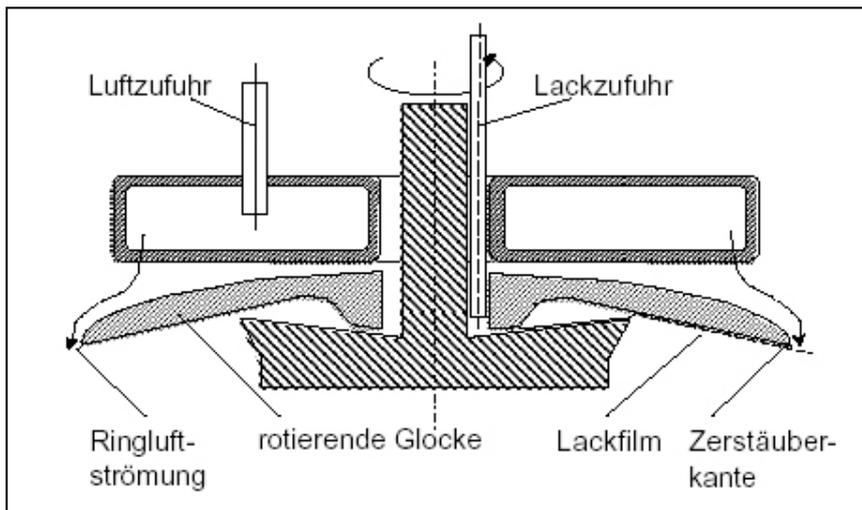


ESTA – Handpistole



ESTA - Anlagenprinzip

### 8.8.2.6 Hochrotationszerstäubung, HRZ



Schnitt durch den Zerstäuberkopf

Der zu zerstäubende Lack wird durch kleine Bohrungen und Ventile in die rotierende Glocke geleitet. Diese Zuführung kann sowohl zentrisch, als auch azentrisch in der Glocke erfolgen. Angetrieben werden die Glocken mittels pneumatischer Turbinen.

Über die Glockeninnenfläche gelangt dieser Lackfilm an den Rand der rotierenden Glocke, und wird dort mechanisch durch aerodynamische und Fliehkräfte zerstäubt. Nun bewegen sich die abgeschleuderten Lacktropfen radial von der Glocke weg und würden somit niemals das axial dem Zerstäuber gegenüber befindliche Werkstück erreichen. Um dieses zu bewerkstelligen, benutzt man eine so genannte Lenkluft. Diese tritt aus einem Bohrungskreis hinter der Zerstäuberglocke aus und führt somit die Tropfen in Richtung Werkstück. Diese Luft hat nun die unangenehme Eigenschaft, dass sie an dem Werkstück vorbei in Richtung einer Absauganlage strömt. Da sich im Sprühnebel auch sehr viele kleine Lacktropfen befinden, werden diese aufgrund ihrer relativ geringen Trägheit mit der Abluft am Werkstück vorbei geführt. Um diesen nachteiligen Effekt zu verhindern, setzt man den Zerstäuber – und somit auch den Lacknebel – auf ein hohes elektrostatisches Potential von etwa 60 bis 100 kV. Dadurch lagern sich die nun elektrisch geladenen Tropfen in ihrer Mehrzahl auf dem

elektrisch geerdeten Werkstück ab. Mit dieser Verfahrensweise erreicht man Auftragswirkungsgrade von über 90%, je nach Werkstückform. Durch den gerichteten Sprühnebel können die Zerstäuber an Bewegungsmaschinen befestigt werden und ähnlich pneumatischen Zerstäubern komplexe Werkstückkonturen lackieren. Einschränkungen ergeben sich lediglich bei Vertiefungen im Werkstück, da dort durch die Ausbildung eines Faraday'schen Käfigs die elektrostatischen Kräfte ausgeblendet

**Vorteile:**

- Sehr hoher Auftragswirkungsgrad
- Wirtschaftliches System
- Sehr feine Zerstäubung
- Sehr hohe Oberflächenqualität

**Nachteile:**

- Hohe Investitionskosten
- Nicht geeignet für hochviskose
- Lacke

**Zerstäubung**

Zerstäuberluftdruck min [bar]	-
Zerstäuberluftdruck max [bar]	-
Zerstäuberluftmenge [l/min]	-
el.statische Spannung max [kV]	115
Tröpfchengröße min [µm]	1
Tröpfchengröße max [µm]	80

**Wirkungsgrad / Geschwindigkeit**

Auftragswirkungsgrad min [%]	70
Auftragswirkungsgrad max [%]	98
Arbeitsgeschwindigkeit	mittel

**Material**

Materialdruck max. [bar]	10
Materialmenge max [cm <sup>3</sup> /min]	1500
Materialviskosität (max)	70sec (DIN 4)

**Lacktypen**

Lösungsmittellacke 1K	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA
Wasserlacke	JA
Wasserlack-Emulsion	JA
High-Solid Lacke 1K	JA
High-Solid Lacke 2K	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA
Metallische Lackierung	JA
UV-Lacke	JA



**Elektrostatische Glocke**

### 8.8.2.7 Zerstäubungstechnik, Vergleich der Verfahren

#### Eigenschaften

Verfahren	Luft	Luft	Luft	Air Coat	Airless	ESTA	ESTA	ESTA	ESTA	ESTA
Bezeichnung	Hochdruck	HVLP mit Turbine	HVLP Plug-In	Air Coat	Airless	ESTA Air	ESTA HVLP mit Turbine	ESTA AirCoat	ESTA Airless	HRZ
<b>Zerstäubung</b>										
Zerstäuberluftdruck min [bar]	2	0,2	0,4	0,4	-	-	0,2	0,4	-	-
Zerstäuberluftdruck max [bar]	8	0,7	1,5	2,5	-	8	0,7	2,5	-	-
Zerstäuberluftmenge [l/min]	bis 400	750	400	80	-	bis 400	750	80	-	-
el.statische Spannung max [kV]	-	-	-	-	-	90	-	90	-	115
Tröpfchengröße min [µm]	-	1	1	100	100	1	1	80	100	1
Tröpfchengröße max [µm]	-	150	150	200	500	100	100	150	500	80
<b>Material</b>										
Materialdruck max. [bar]	15	15	7	250	530	15	15	250	250	10
Materialmenge max [cm <sup>3</sup> /min]	400	600	300	400	10000	400	600	4000	10000	1500
Materialviskosität (max)	60sec (DIN 4)	60sec (DIN 4)	30sec (DIN 4)	100sec (DIN 4)	>90sec (DIN 4)	100sec (DIN 4)	60sec (DIN 4)	>90sec (DIN 4)	>90sec (DIN 4)	70sec (DIN 4)

Verfahren	Luft	Luft	Luft	Air Coat	Airless	ESTA	ESTA	ESTA	ESTA	ESTA
Bezeichnung	Hochdruck	HVLP mit Turbine	HVLP Plug-In	Air Coat	Airless	ESTA Air	ESTA HVLP mit Turbine	ESTA AirCoat	ESTA Airless	HRZ
<b>Wirkungsgrad / Arbeitsgeschw.</b>										
Auftragswirkungsgrad min [%]	20	55	45	35	35	45	60	55	45	70
Auftragswirkungsgrad max [%]	40	85	75	70	65	85	90	80	65	98
Arbeitsgeschwindigkeit	langsam	mittel	langsam	schnell	sehr schnell	schnell	mittel	schnell	sehr schnell	mittel
<b>Lacktypen</b>										
Lösungsmittellacke 1K	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Lösungsmittellacke 2K	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Wasserlacke	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Wasserlack-Emulsion	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
High-Solid Lacke 1K	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
High-Solid Lacke 2K	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
100% Solid-Liquid-Coatings	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Metallische Lackierung	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
UV-Lacke	-	JA	-	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA

#### Auftragswirkungsgrad

