



WHITE PAPER

Prozessstabilität beim Dosieren in der Mikromontage.

EINFLUSSGRÖSSEN UND PARAMETER BEIM DOSIEREN

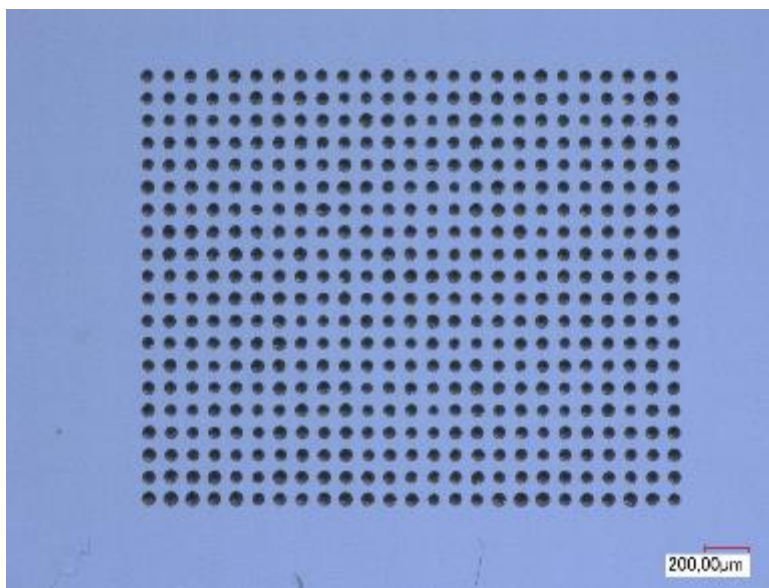
Folgende Einflussgrößen wirken auf die Stabilität des Dosierergebnisses ein:

- In welchem Viskositätsbereich befindet sich das Material?
- Hoch- oder niederviskos?
 - selbstnivellierend, cremig, pastös?
 - Verändert sich die Viskosität während der Prozesslaufzeit (Topfzeit)?
- Thema Oberflächenspannung: Wie verhält sich das Material auf dem Produkt?
 - Muss das Produkt vorbehandelt werden?
 - Passt das Dosiermaterial zum Material des Produkts
- Rheologie: Ist das Material nichtnewtonsch?
 - Wie groß ist der Thixotropieindex des Materials?
 - Gibt es strukturviskoses oder dilatantes Verhalten?
- Steht das Material im richtigen Gebinde bereit?
 - Ist das Kartusche-Stopfen-System für das Dosierverfahren geeignet?
- Passt die gewählte Dosiernadel/ Düse zu dem zu dosierenden Volumen?
- Wurde ein für die Aufgabe geeignetes Dosierverfahren gewählt?
- Wurden Fehler bei der Vorbereitung des Dosiermaterials gemacht

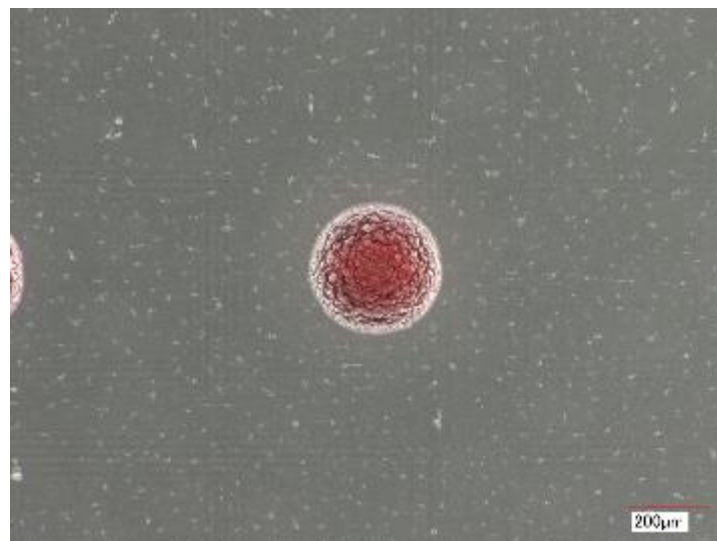
Zu beachten:

- Lotpasten/ Dispersionen entmischen sich bei falscher Behandlung.
- Nicht alle Materialien lassen sich mit allen Verfahren bearbeiten.

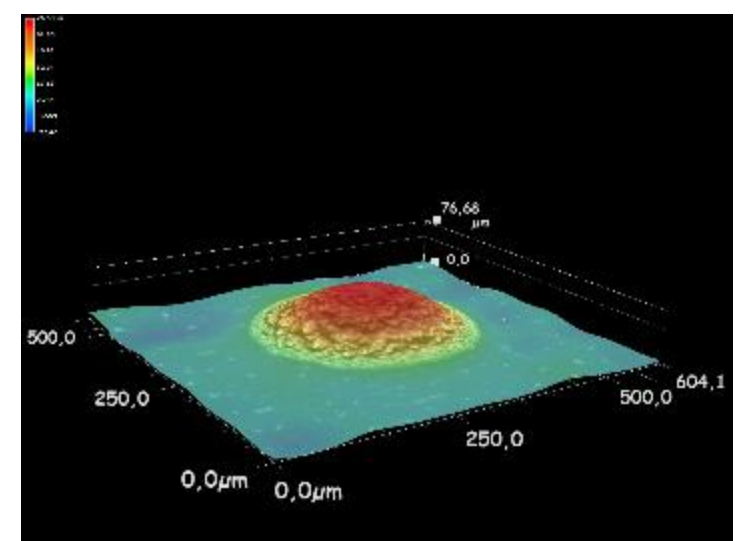
Dosierbeispiele:



Silberleitpaste auf Glassubstrat:
Punktdurchmesser = 60µm
Dosierverfahren: Pin-Transfer



Heraeus PD 205 A-Jet SMD-Kleber auf Glassubstrat:
Punktgröße = 3nl
Dosierverfahren: Zeit-Druck-Dispenser (S2-0020)

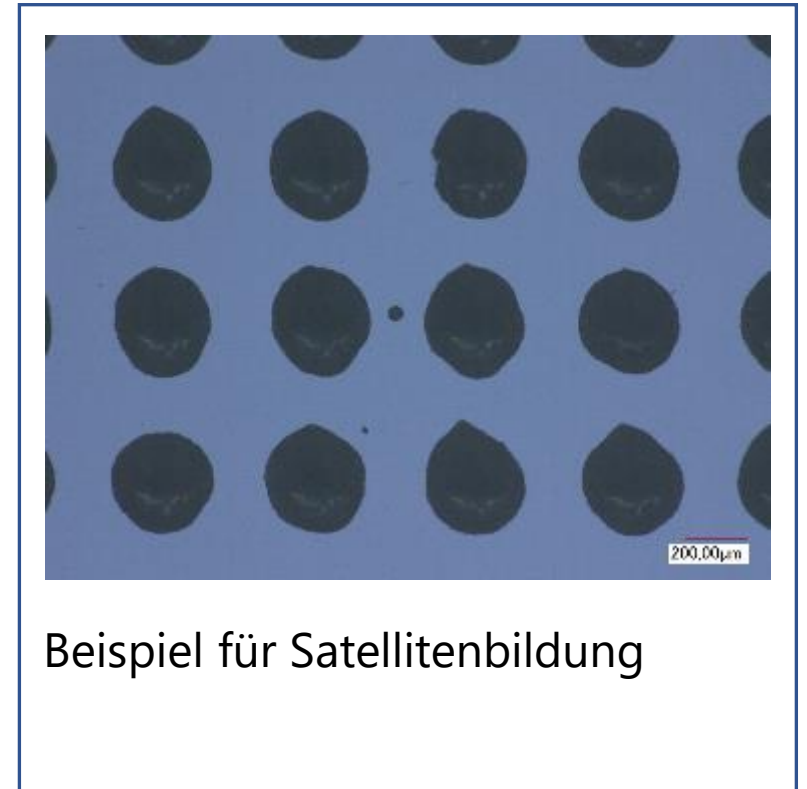


EINFLUSSGRÖSSEN UND PARAMETER BEIM DOSIEREN

Typische Fehlerbilder bei Dosieranwendungen

- Die Dosiermenge stimmt nicht mit der Vorgabe überein
 - Zu wenig Material --> Bauteile nicht richtig geklebt, Lötverbindungen bilden keinen Meniskus, Bauteile sind nicht vollständig bedeckt/ unterfüllt
 - Zu viel Material --> Benetzung unzulässiger Bereiche, Kurzschlüsse, Folgeprozesse lassen sich nicht ausführen
- Luft einschließen im Dosiermaterial --> Dichtklebungen nicht dicht, Leitfähigkeiten zu gering, Voids unter Verklebungen
- Satellitenbildung --> Kurzschlüsse, Benetzung unzulässiger Bereiche
- Abreißfäden: zufällige Benetzung unzulässiger Bereiche

--> **AUSSCHUSS!!!**

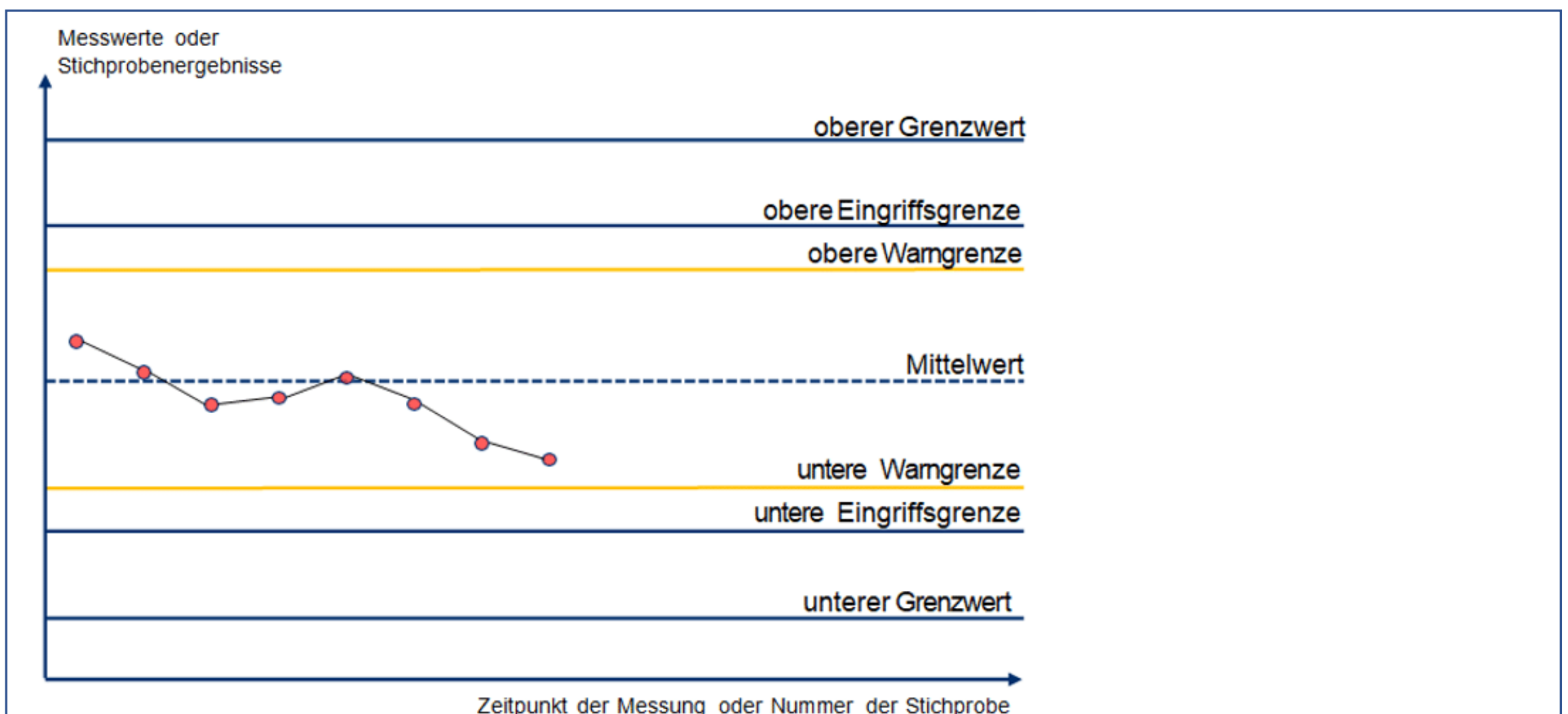


Beispiel für Satellitenbildung

Wie erreicht man einen stabilen Dosierprozess?

➤ Einrichtung einer stabilen Prozessumgebung

- **Aufstellort:** Sauberkeit, Klimabedingungen des Produktionsumfelds sind für die Qualitätsanforderungen geeignet
- **Maschine:** Die Maschine verfügt über ein Achssystem, Dosierequipment, Vision-System, zusätzliche Messmittel mit für den Prozess geeigneter Genauigkeit
- **Dosierequipment:** Das Dosierequipment ist für das Material/ Auftragsverfahren geeignet und hat eine für den Prozess ausreichende Volumengenauigkeit
- **Verbrauchsmaterial:**
 - Das Dosiermaterial liegt im richtigen Gebinde vor (Kartusche/ Stopfensystem),
 - Die Dosiernadel/ Düse ist korrekt dimensioniert.
 - Das Material wurde korrekt abgefüllt
- **Mensch:** Das Personal ist im Umgang mit Maschine, Equipment und Material geschult



Beispiel: Qualitätsregelkarte | Quelle: SMCT MANAGEMENT concept

➤ Die Dosiertechnik selbst wirkt sich ebenfalls auf die Stabilität des Dosierergebnisses aus

Auswahlmatrix zu Dosieranwendungen

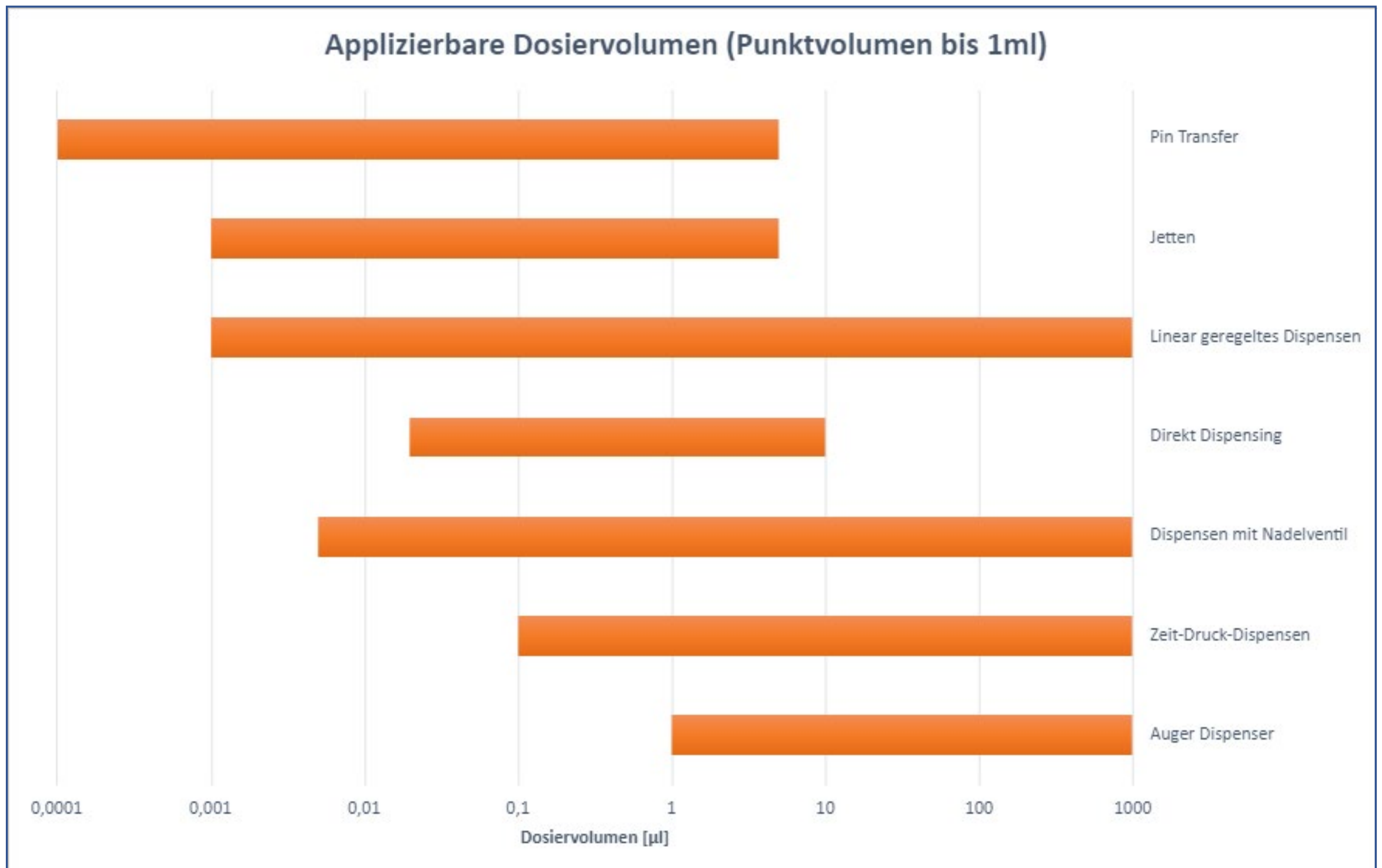
Anwendung	Zeit-Druck-Dispensen	Dispensen mit Nadelventil	Linear geregeltes Dispensen	Jetten	Pin Transfer	Direkt Dispensing
Die Attach kleben	+	+	+	0	0	++
Leitkleben	+	0	++	-	++	++
SMD-kleben (1K Heißhärtend)	++	++	0	++	0	+
Vergießen	+	0	++	0	--	nA
Dam (hochviskos)	+	-	+	-	--	nA
Fill (niedrigviskos)	+	0	++	-	--	nA
Glob Top	+	+	++	0	--	nA
Conformal Coating	+	0	++	-	--	nA
Underfill	0	-	++	-	--	nA
Wire Bond Encapsualtion	+	+	++	-	--	nA

+++ = sehr gut geeignet ++ = gut geeignet 0 = geeignet - = bedingt geeignet -- = ungeeignet nA = nicht anwendbar

Wichtige Hinweise zum Dosieren mit einer Nadel bzw. Düse

- Die Nadel bzw. der Düsenquerschnitt steht im direkten Verhältnis zur möglichen Dosiergröße / Volumen.
- Die Form der Nadel hat großen Einfluss auf die möglichen Volumenströme und damit Prozessgeschwindigkeiten.
- Es lässt sich kein Dosierpunkt herstellen, der in seinem Durchmesser kleiner ist, als der Außendurchmesser der Nadel bzw. der Düse.
- Der Nadel- bzw. Düsen-Innendurchmesser sollte mindestens 5mal größer sein, als die maximale Partikelgröße im Dosiermaterial.

Dosiertechniken und ihre applizierbaren Dosiervolumen



Nachweismöglichkeiten

Messmittel:

- In der Maschine:**
 - Zubehör wie Präzisionswaage, Bildverarbeitung, Nadelkalibrierstation für Nadeldosieren, Volumenregler im Linear geregelten Dosierer
- Außerhalb der Maschine:**
 - Träger für Probedosierung und mit weiterführender Messtechnik
- Machbarkeitsuntersuchungen**
- SPC Freigabelauf (Masse, Volumen)**
 - Vergleich des dispensten Dosiervolumen mit den, für den Prozess vorgesehenen Grenzwerten
 - Wird vor Prozessstart ausgeführt
 - > direktes Feedback ob das dispenste Volumen auch den Vorgaben entspricht
 - > Prozessfreigabe nur wenn Dosiermenge im Prozessfenster
- SPC Eingriffsgrenzüberwachung (Volumen)**
 - Vergleich der dispensten Dosiermenge mit den, für den Prozess vorgesehenen Grenzwerten
 - Bei Überschreitung einer definierten Eingriffsgrenze wird eine Störung ausgelöst

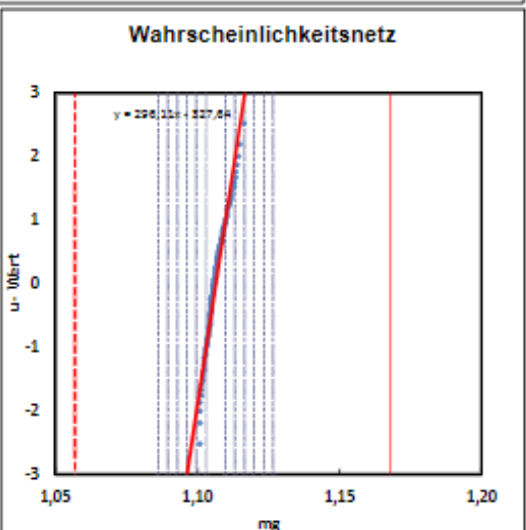
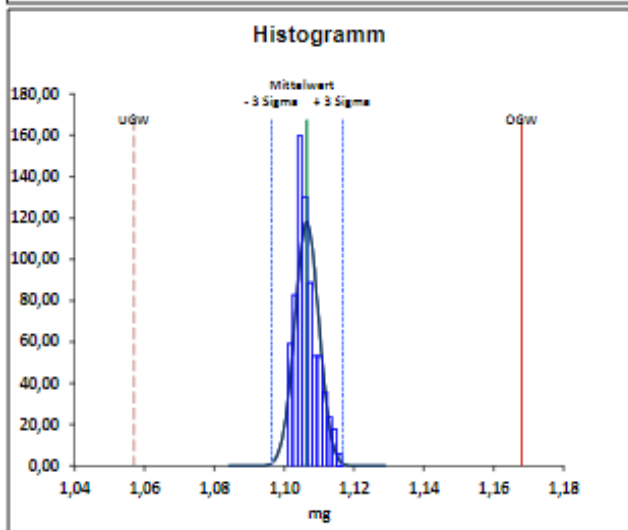
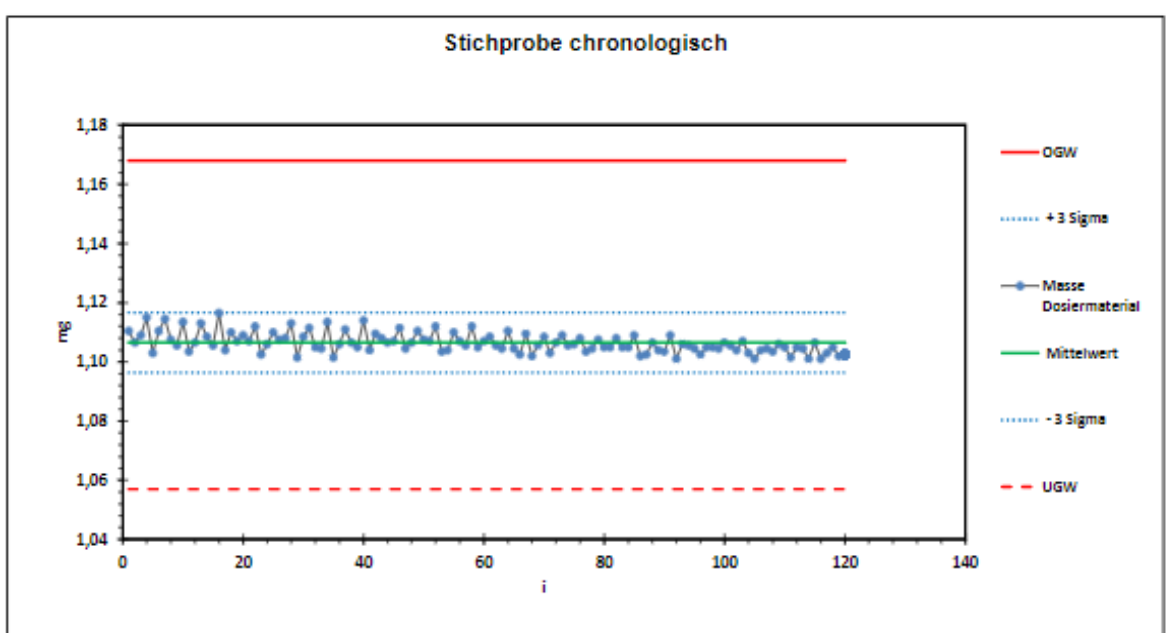
HÄCKER Automation				Prozess- und Maschinenfähigkeit			
i	xi	i	xi	i	xi	i	xi
1	1,111	51	1,107	101	1,1055	151	
2	1,107	52	1,112	102	1,1040	152	
3	1,109	53	1,104	103	1,1070	153	
4	1,115	54	1,104	104	1,1030	154	
5	1,103	55	1,110	105	1,1010	155	
6	1,111	56	1,107	106	1,1040	156	
7	1,115	57	1,106	107	1,1045	157	
8	1,108	58	1,112	108	1,1035	158	
9	1,106	59	1,105	109	1,1060	159	
10	1,114	60	1,107	110	1,1050	160	
11	1,104	61	1,109	111	1,1015	161	
12	1,107	62	1,106	112	1,1050	162	
13	1,113	63	1,105	113	1,1045	163	
14	1,109	64	1,111	114	1,1010	164	
15	1,106	65	1,105	115	1,1065	165	
16	1,117	66	1,103	116	1,1010	166	
17	1,104	67	1,110	117	1,1030	167	
18	1,110	68	1,102	118	1,1050	168	
19	1,107	69	1,106	119	1,1020	169	
20	1,109	70	1,109	120	1,1025	170	
21	1,107	71	1,103	121		171	
22	1,112	72	1,107	122		172	
23	1,103	73	1,109	123		173	
24	1,106	74	1,106	124		174	
25	1,110	75	1,106	125		175	
26	1,108	76	1,108	126		176	
27	1,108	77	1,104	127		177	
28	1,113	78	1,105	128		178	
29	1,102	79	1,108	129		179	
30	1,109	80	1,105	130		180	
31	1,112	81	1,105	131		181	
32	1,105	82	1,108	132		182	
33	1,105	83	1,105	133		183	
34	1,114	84	1,105	134		184	
35	1,102	85	1,109	135		185	
36	1,106	86	1,102	136		186	
37	1,111	87	1,103	137		187	
38	1,107	88	1,107	138		188	
39	1,105	89	1,104	139		189	
40	1,114	90	1,104	140		190	
41	1,104	91	1,109	141		191	
42	1,110	92	1,101	142		192	
43	1,108	93	1,106	143		193	
44	1,107	94	1,106	144		194	
45	1,107	95	1,105	145		195	
46	1,112	96	1,103	146		196	
47	1,105	97	1,105	147		197	
48	1,107	98	1,105	148		198	
49	1,111	99	1,105	149		199	
50	1,108	100	1,107	150		200	

Werte können geändert werden		
Werte werden berechnet (Blatt Berechnung)		
Artikel:	Dispenser D-X30	
A-Nummer:	S2-0004	
Zeichnung:		
Prüfer:	Steve Jesumann	
Messmittel:	Satorius ENTRIS II BCE224i	
Datum:	11.03.2021	
Merkmal:	Masse Dosiermaterial	
Maßeinheit:	mg	
Sollwert μ_{Zoll} =	1,113	
Unterer Grenzwert UGW =	1,057	
Oberer Grenzwert OGW =	1,168	
Anzahl Klassen Histogramm =	11	
$C_{pk<}$	1,33	Prozess nicht fähig
C_{pk}	dazwischen	Prozess bedingt fähig
$C_{pk>}$	1,66	Prozess fähig
Umfang der Stichprobe		
Mittelwert μ	1,106	
Standardabweichung σ	0,00	

Fähigkeitskennwerte	C_{pu}	4,88
	C_{po}	6,07
	C_p	5,48
	C_{pk}	4,88
Bewertung $cpk \Rightarrow$ Prozess fähig		
Median ζ 1,106		
Spannweite P 0,016		
Minimum 1,101		
Maximum 1,117		

Berechnete Leistung in ppm		
Überschreitungsanteil	P_{uow}	0
	P_{oow}	0
	p	0
Beobachtete Leistung in ppm		
Überschreitungsanteil	P_{uow}	0
	P_{oow}	0
	p	0

E-Mail: roland.schnurr@sixsigmablackbelt.de
 Homepage: www.sixsigmablackbelt.de
 Literatur: [Statistik von Kopf bis Fuss](#)
[SPC - Statistische Prozesskontrolle](#)
[Qualitätsmanagement für Ingenieure](#)



Bemerkungen:
 Kartusche: 10 cc Semco
 Stopfen: weiß
 Sollvolumen: 1 µl
 Dosiermaterial: Ethylenglycol
 Dichte: 1,113 g/cm³

Welche Materialien lassen sich mit welchen Dosierverfahren applizieren?

Auswahlmatrix zu Dosiermaterialien

Material	Zeit-Druck-Dispensen	Dispensen mit Nadelventil	Linear geregeltes Dispensen	Jetten	Pin Transfer	Direkt Dispensing
Wasser	+	++	++	--	-	-
Alkohol, Lösungsmittel, Flussmittel, oÄ	+	++	++	++	0	0
Lacke	0	0	+	(0)	--	--
Epoxidharz heißhärtend 1K	+	+	+	++	++	++
Epoxidharz RT-härtend 1K	-	-	+	-	0	0
Epoxidharz 2K vorgemischt (schnell)	--	--	+	--	-	-
Epoxidharz 2K vorgemischt (langsam)	-	0	+	0	+	++
Epoxidharz UV härtend	++	++	++	++	(+)	(+)
Epoxidharz UV/VIS härtend	++	++	++	++	-	-
Silikon (RTV-1), SMP	0	0	0	--	nA	nA
Silikon (RTV-2)	-	-	+	-	nA	nA
Silikon HTV	+	+	0	0	nA	nA
Underfill	+	+	++	++	nA	nA
Glob Top	+	+	++	+	nA	nA
Leitkleber (1K heißhärtend)	+	++	0	+	++	++
Leitkleber (2K, 1K frozen)	0	+	0	0	+	+
Lotpaste	-	--	+	-	--	--
Cyanoacrylat	(+)	(+)	(+)	(+)	--	--
Anaerobe Klebstoffe	(+)	(+)	(+)	(+)	--	--

+ gut geeignet
 (+) gut geeignet aber spezielles Equipment nötig
 ++ sehr gut geeignet
 0 geeignet
 (0) geeignet aber spezielles Equipment nötig

- bedingt geeignet
 -- gar nicht geeignet
 nA nicht anwendbar

LÖSUNGSANSATZ

• Pin-Transfer-Verfahren: Auftrag kleinster Dosiermengen

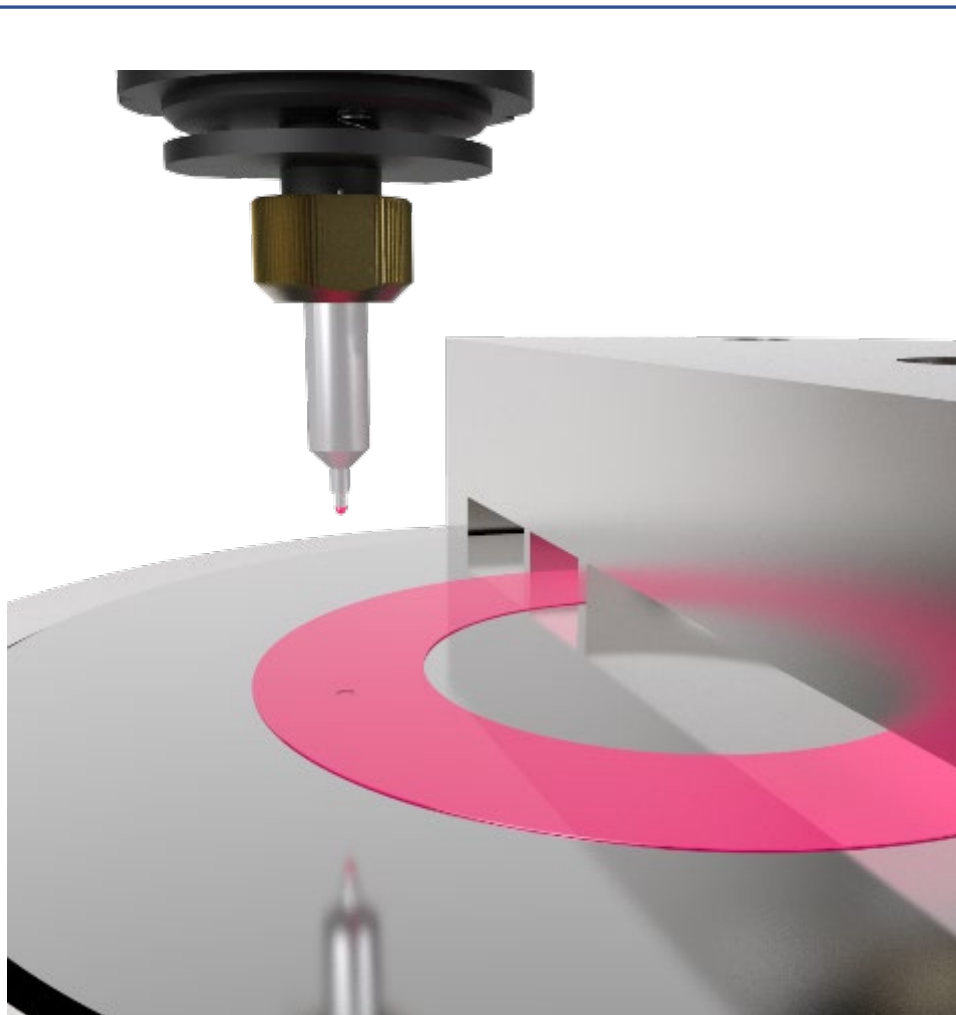
➤ Pro

- gute Reproduzierbarkeit (Tool bis auf μm -Genauigkeit)
- Kleinste Dosiermengen machbar
- Einfache Klebstoffhandhabung
- Kein Einfluss des Abfüllgebindes
- Mehrere Dispensierungen auf einmal möglich

➤ Contra

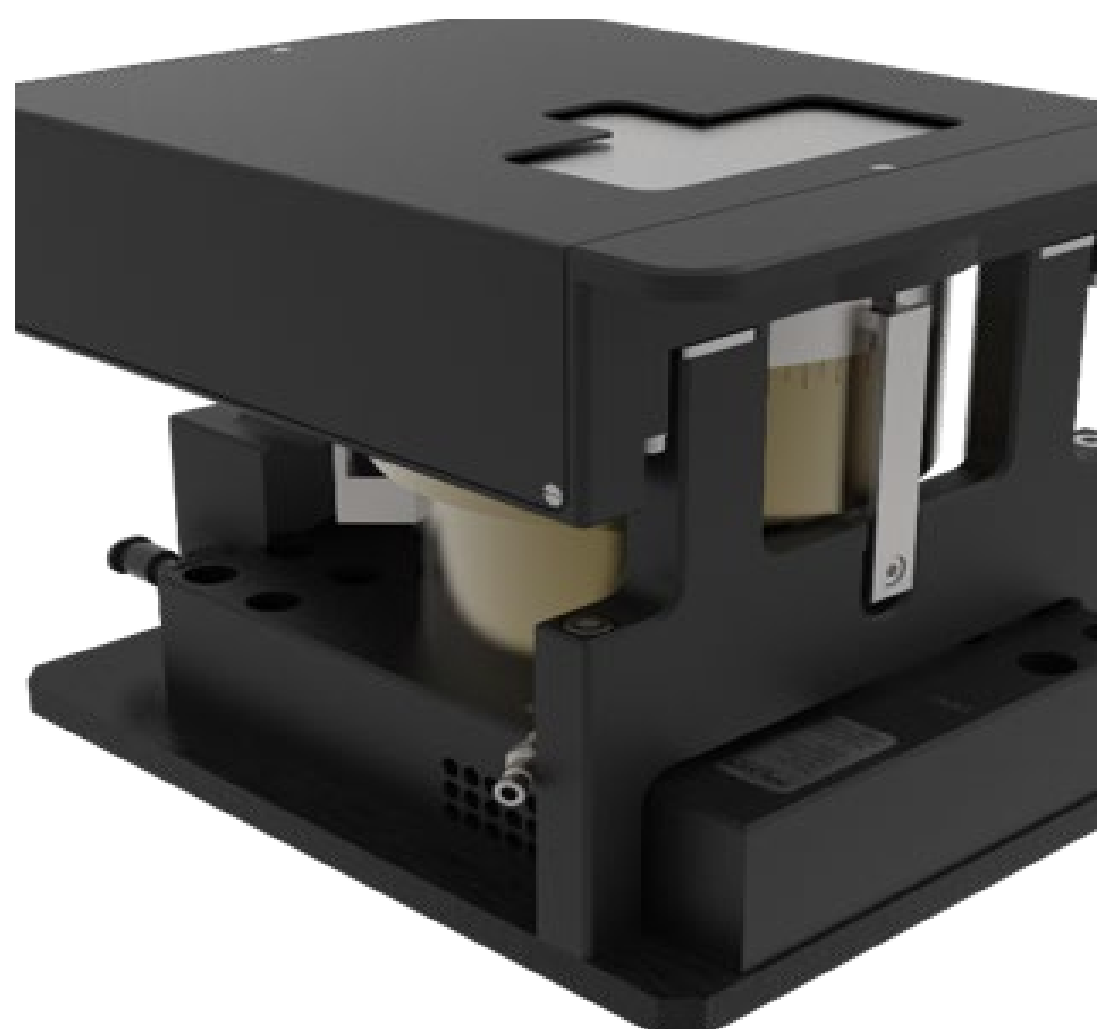
- Langsame Taktzeit
- Keine frei programmierbaren Geometrien möglich
- Begrenzter Volumenbereich
- Nicht für alle Materialien geeignet:
 - mit Sauerstoff oder Luftfeuchtigkeit reagierende Materialien
 - vorgemischte Klebstoffe
 - Lotpasten
 - lichthärtende Klebstoffe, die bei UV- oder Tageslicht aushärten
 - LÖSUNG: -> Einhausung der Direktdosierstation -> Erweiterung der Dosiermaterialien

Pin Transfer



Direktdosierstation (DDU S3-006) mit Pin-Transfer (Daub)

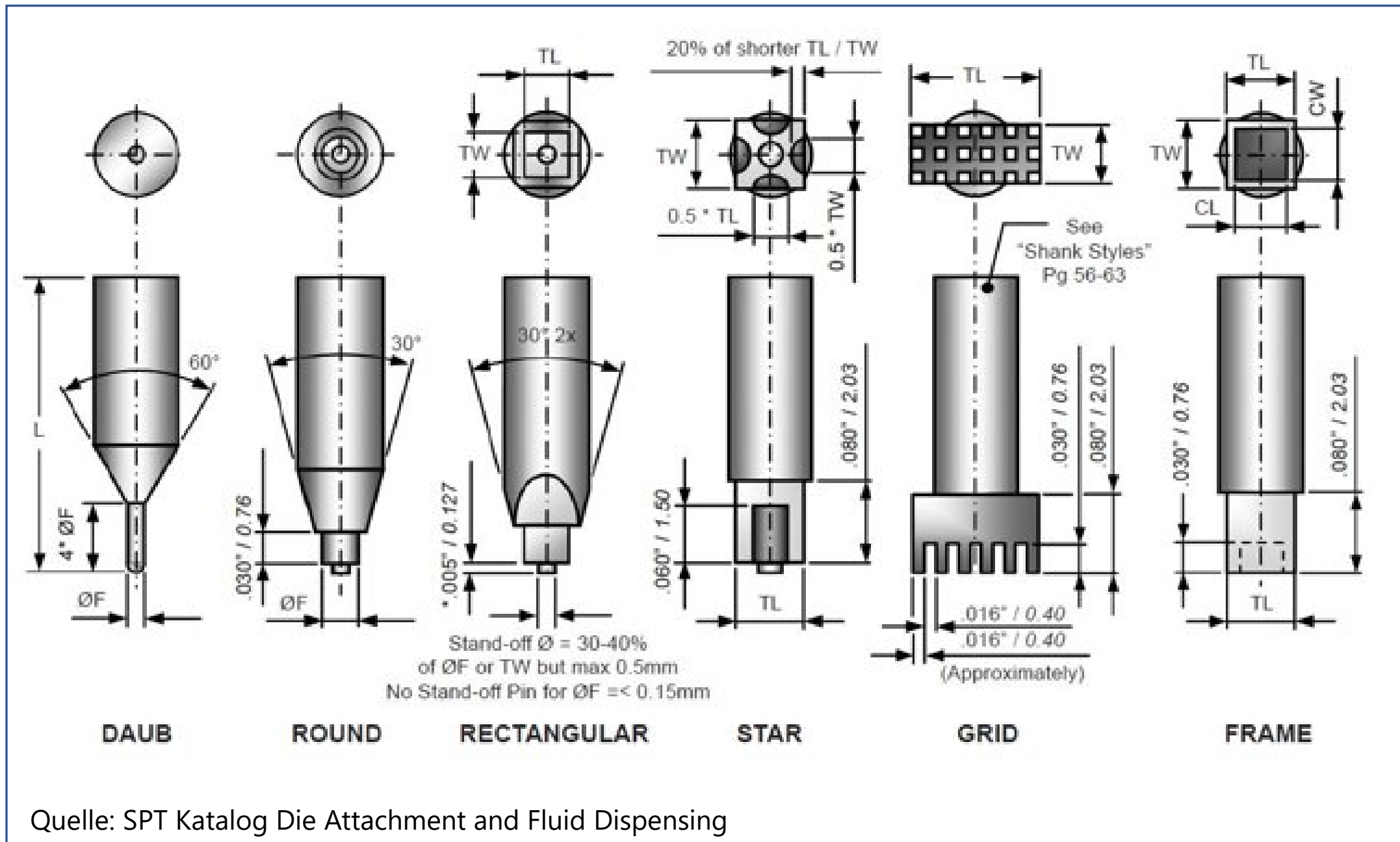
Direktdosierstation mit Einhausung



Direktdosierstation (DDU S3-006 + 30-0459) mit Einhausung zum Schutz vor VIS-/ UV-Licht

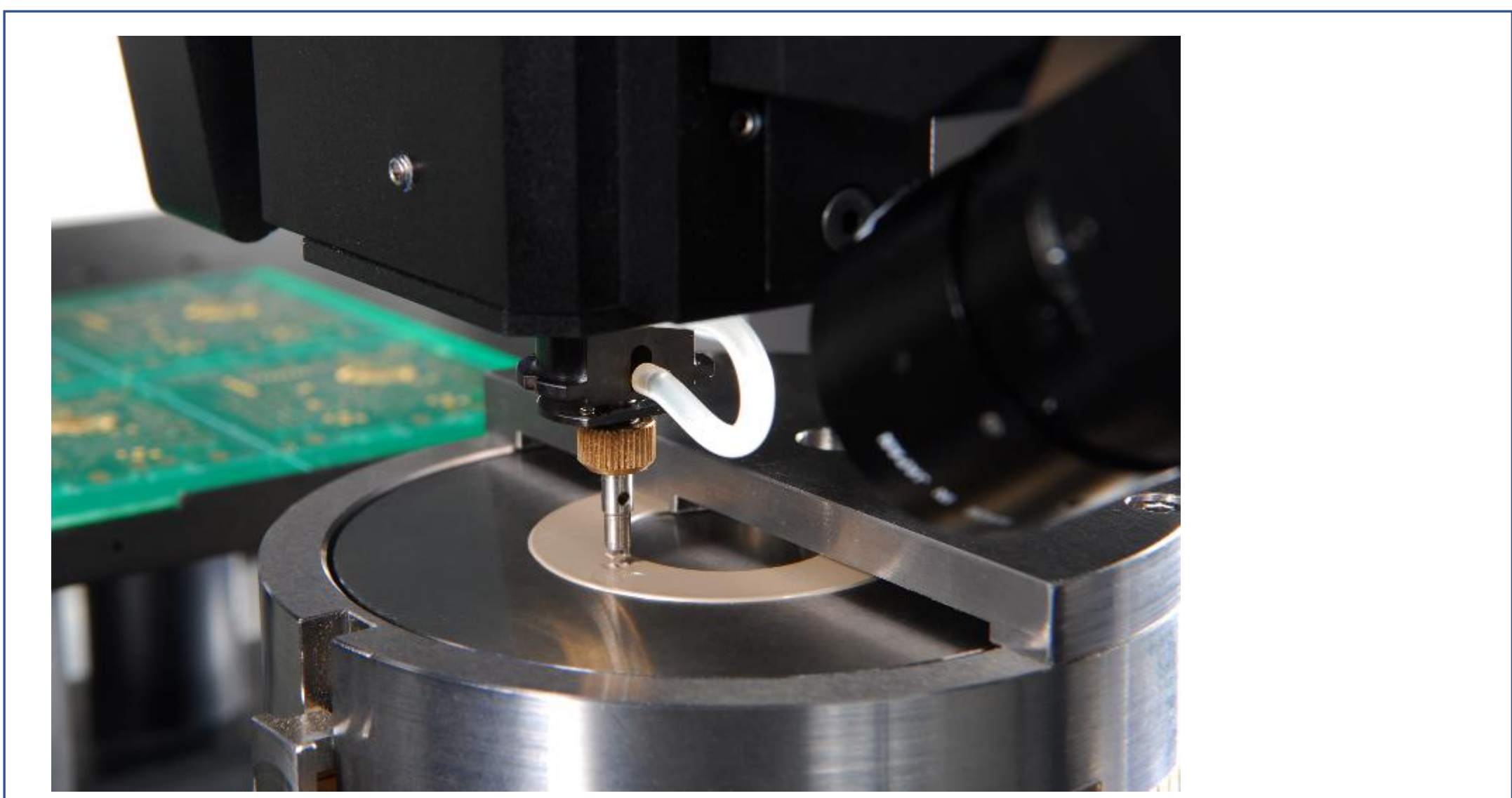
LÖSUNGSANSATZ

Pin Transfer Tools



Quelle: SPT Katalog Die Attachment and Fluid Dispensing

Pin Transfer Tool (Grid) im Einsatz



LÖSUNGSANSATZ

- **Direktdosierverfahren - Gute Reproduzierbarkeit und Vermeidung von Voids (in der Klebefläche eingeschlossene Luft)**

- Pro:

- gute Reproduzierbarkeit
- Strukturplatten mit unterschiedlichen Geometrien möglich
- einfache Klebstoffhandhabung
- kein Einfluss des Abfüllgebindes
- Besonders homogene Kleberbenetzung an der Bauteilunterseite (Vermeidung von Voids -> Erhöhung der Langlebigkeit der Klebeverbindung)

- Contra:

- begrenzter Anwendungsbereich (nur für Klebeanwendungen)
- nicht für besonders kleine Bauteile (minimal 1x1mm) geeignet
- nicht für alle Materialien geeignet:
 - mit Sauerstoff oder Luftfeuchtigkeit reagierende Materialien
 - vorgemischte Klebstoffe
 - Lotpasten
 - lichthärtende Klebstoffe, die bei UV- oder Tageslicht aushärten
- LÖSUNG: -> Einhausung der Direktdosierstation -> Erweiterung der Dosiermaterialien

Direktdosierstation



Direktdosierstation (DDU S3-006) mit Kreuzgeometrie auf der Strukturplatte

Aufbau Direktdosierstation



Direktdosierstation (DDU S3-006) mit Strukturplatte und Rakelplatte

LÖSUNGSANSATZ

- **Linear Geregeltes Dosieren (LGD) - Hohe Prozesskonstanz durch volumetrisches Dosierprinzip**

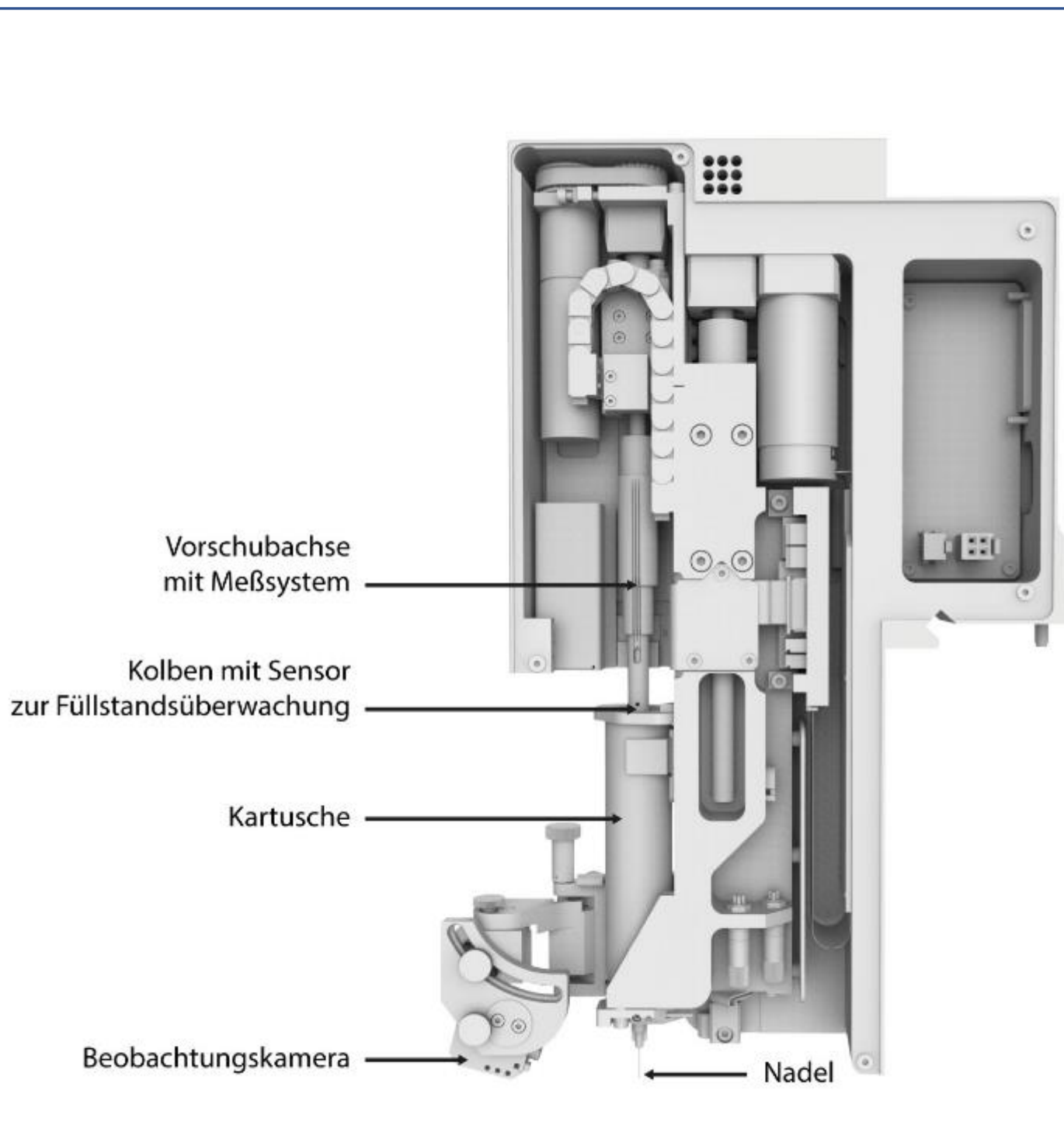
- Pro:

- Ständige Regelung der Parameter und Anpassung an das Material
- Viskositätsänderungen können ausgeglichen werden
- Kaum Einfluss des Kartuschenfüllstands
- Direkte Messung des Kartuschenfüllstands
- Weniger Stress im Material
- Beliebig einstellbares Dosiervolumen nl...ml
- Besonders geeignet für Vergussverfahren wie Glob Top und Underfill

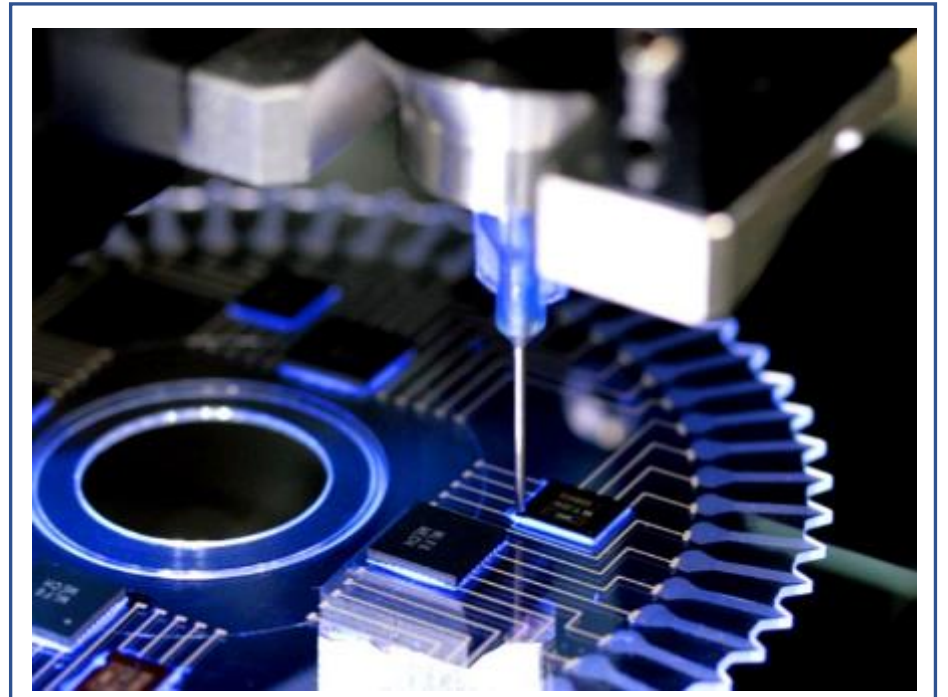
- Contra:

- Sehr hohe Ansprüche an die Kartuschenqualität
- Nur mit Stopfen für mechanische Dispensverfahren verwendbar
- Eingeschlossene Luft kann zum Nachlaufen führen
- Verhältnismäßig langsame Dosierung kleiner Punktvolumen

Aufbau Linear geregelter Dispenser S2-0004 Dispenser D-X30



Underfill-Prozess mit LGD-Dosiertechnik



Mit linear geregelterm Dispenser hergestellter Verguss



LÖSUNGSANSATZ

• Druck-Zeit-Dispensen:

➤ Pro:

- Einfache Handhabung der Kartuschen
- Einfache Dosierprogrammerstellung mit einfach zu handhabenden Eingangsgrößen
- Kein Nachlaufen dank einstellbarem Rückhaltevakuum
- Quasi kein Reinigungsaufwand

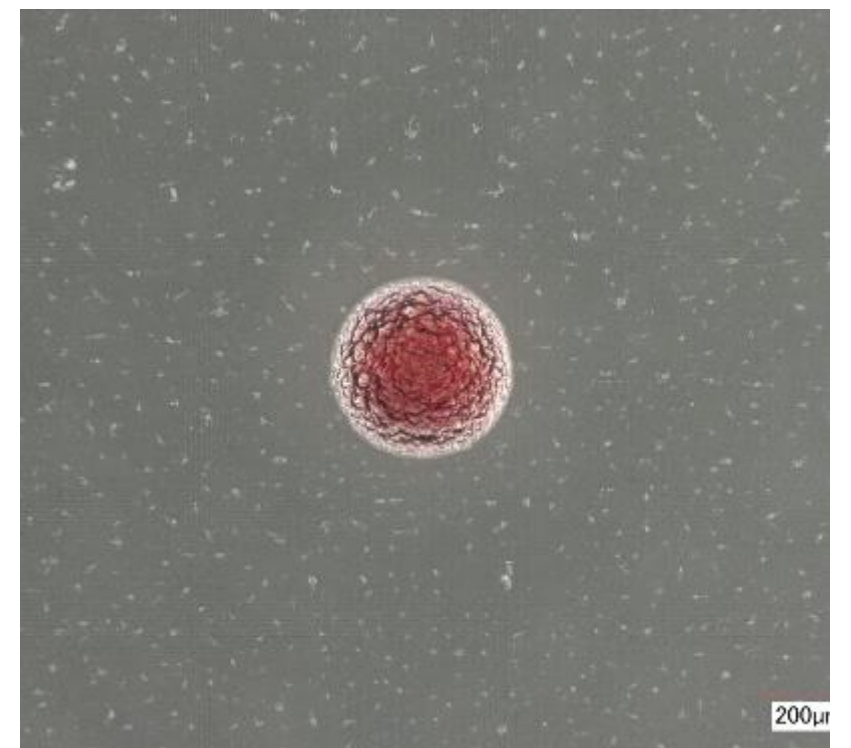
➤ Contra:

- Viskositätsschwankungen im Material führen zu Änderungen im Dosierergebnis
- Kartuschenfüllstand hat Einfluss auf Dosierergebnis
- Kaum Möglichkeit der Füllstandskontrolle
- „Pumpen“ der Druckluft stresst das Dosiermaterial
- Rückhaltevakuum abhängig von Füllstand

Druck-Zeit-Dispenser (S2-0020 Dispenser D-PT)



Druck-Zeit-Dispenser (S2-0020) mit Ventil



Heraeus PD 205 A-Jet SMD-Kleber
auf Glassubstrat
Punktgröße = 3nl

LÖSUNGSANSATZ

• Jetten - Schnelle Dosierung kleiner Volumen

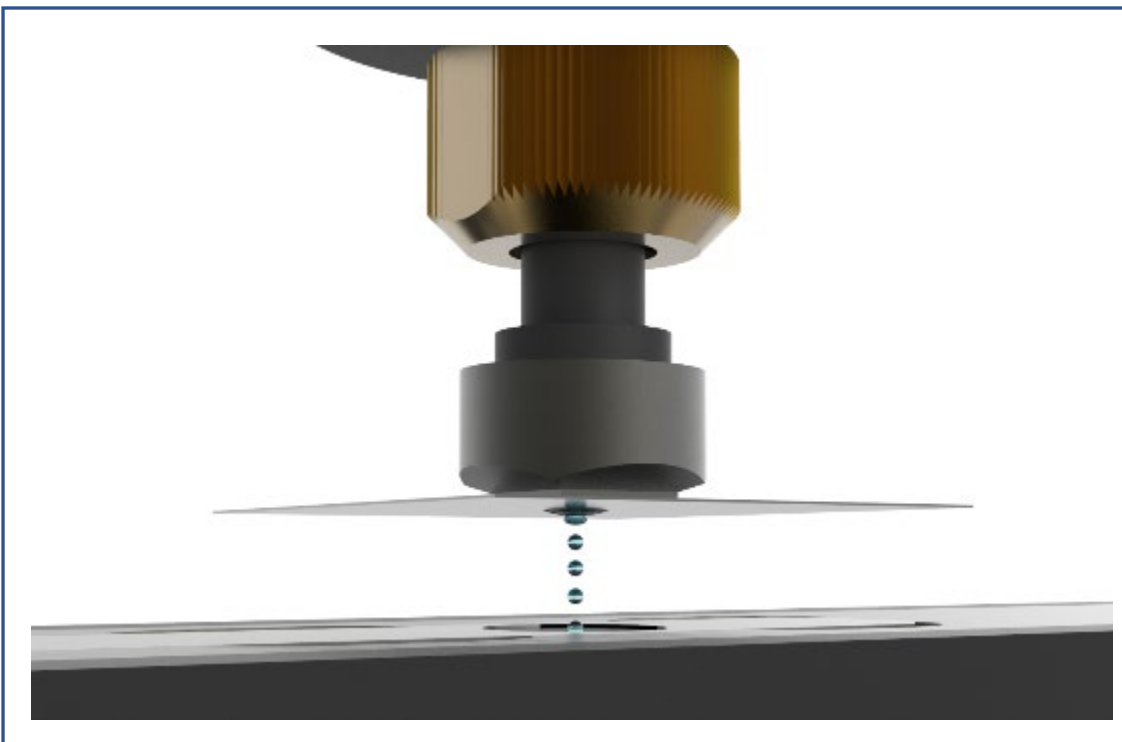
➤ Pro:

- Hohe Volumentreue
- Sehr kleine Volumen möglich
- Großer Spielraum für Arbeitsabstand

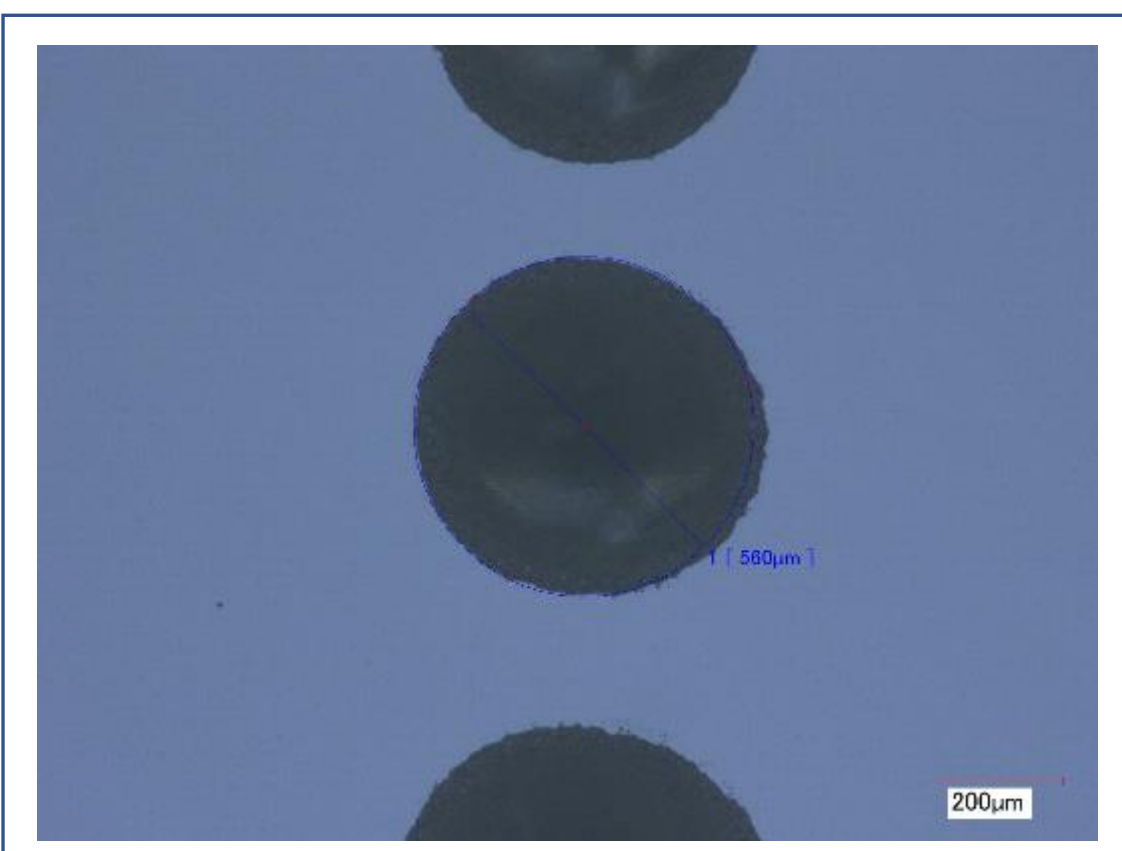
➤ Contra:

- Schwierig zu beherrschen
- Hoher Reinigungsaufwand
- Erhöhter Wartungsaufwand
- Grenzstabil
- Gefahr von „Satellitenbildung“
- Langsame Dosierung größerer Volumen

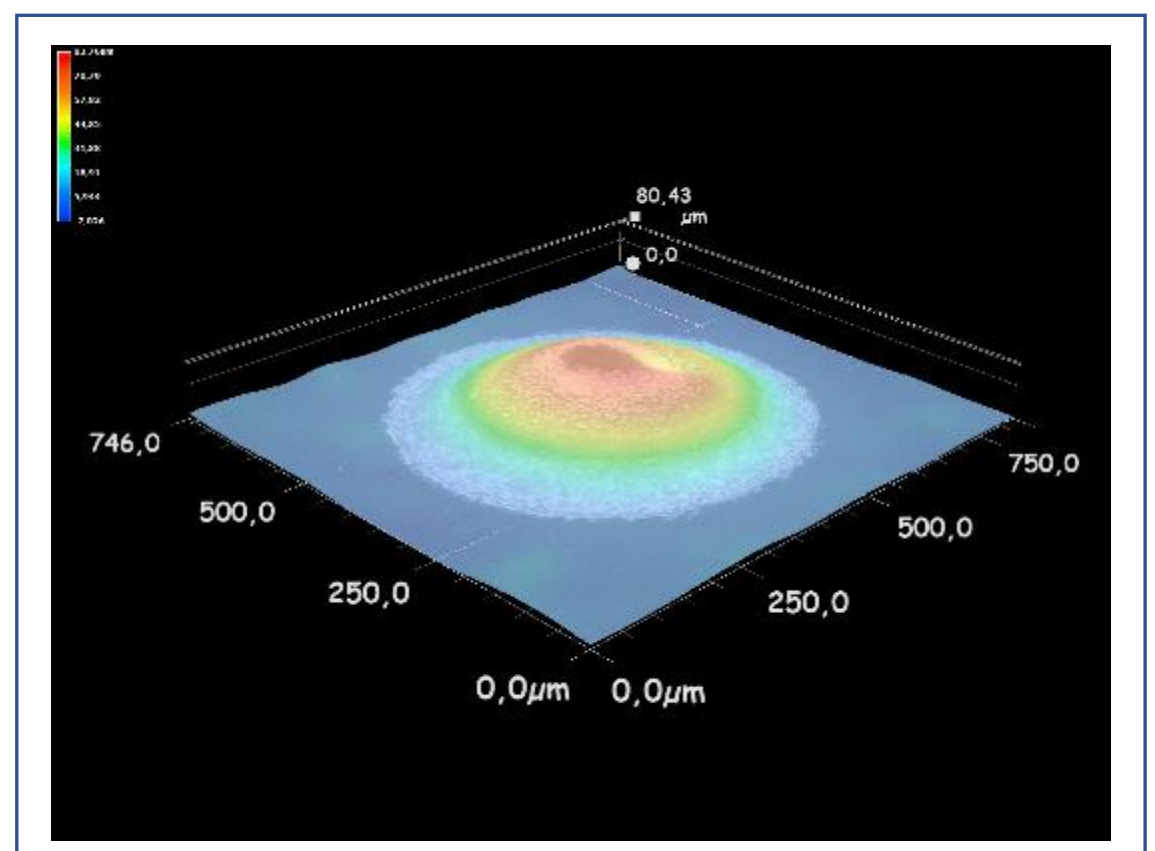
Jetten auf die Bauteilunterseite



Jetten - 10nl UV-Klebstoff



Höhenprofil 10nl UV-Klebstoff





WHITE PAPER

Prozessstabilität beim Dosieren in der Mikromontage.

KONTAKT

Häcker Automation GmbH
Inselsbergstraße 17
99880 Waltershausen / OT Schwarzhausen

+49 (0)36259 30032

vertrieb@haecker-automation.com

www.haecker-automation.de