

Potenziale von MELATO-Werkzeugen zum Heißpressen

Dr.-Ing. Hanno Kötter



Einordnung in das Gesamtprojekt



Gliederung

Einordnung in das Gesamtprojekt

- 01 Hohlformwerkzeuge
- 02 MELATO - Anliegen und Effekte
- 03 MELATO - Anforderung an Hohlformwerkzeuge zum Heißpressen
- 04 Demonstratorwerkzeug - Konstruktion und Herstellung
- 05 Vergleich – Temperaturverläufe
- 06 Vergleich – Herstellkosten

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

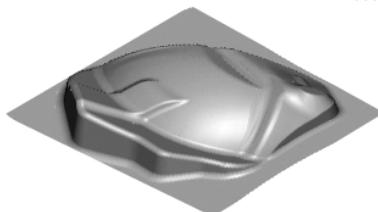
Folie 3

01 Hohlformwerkzeuge

Was sind Hohlformwerkzeuge?

- enthalten die Werkstückform ganz oder teilweise als Gegenform und übertragen diese auf das Werkstück,
- sind durch eine flächige, beliebig orientierte Belastung der Werkzeugaktivelemente gekennzeichnet.
- Anwendungen : Umformtechnik → Schmieden, Tiefziehen
Urformtechnik → Spritzgießen, Pressformen

Beispiel : Reflektor



Zieh-
matrize



Quelle: Röders GmbH-Saltzu

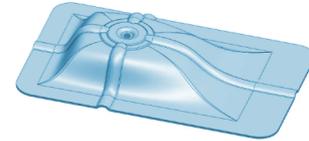
MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 4

01 Hohlformwerkzeuge

allgemeine Anforderungen an das Hohlformwerkzeug:

- Bauteilwerkstoff: TWINTEX® T PP (HGTT), Federdom
- Fertigungsverfahren: Warmpressformen
- Werkzeugaufbau: über die **MELATO**-Technologie,
- mech. Festigkeit gegenüber Druckbelastungen (statisch)
- Stößelgeschwindigkeit einer Presse
- therm. Festigkeit gegenüber Temperierungen (statisch)
- Temperierungsgeschwindigkeit
- Relativbewegung von Ober- und Unterwerkzeug
- Formspalt
- geschlossene Oberfläche, geringe Rauheit
- Einbezug von Rundungen, Schrägen
- Zugänglichkeit gegenüber einem Roboter



20 ... 40 kN ~ 2 bar,
5 ... 25 mm/s,
20° ... 250°C,
gering, ~ 3...10 K/s,

wechselseitig,
gleichmäßig, 2...3 mm,
porenfrei, > 1 µm,
1...30 mm, > 10°,
> 300 mm,

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 5

02 MELATO - Anliegen und Effekte

Was bedeutet MELATO?

Der Aufbau von Fertigungswerkzeugen aus ebenen, geschnittenen und gefügten Blechlamellen - **Metal laminated tooling**® :



Werkzeugdetail

MELATO-Tiefziehwerkzeug

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

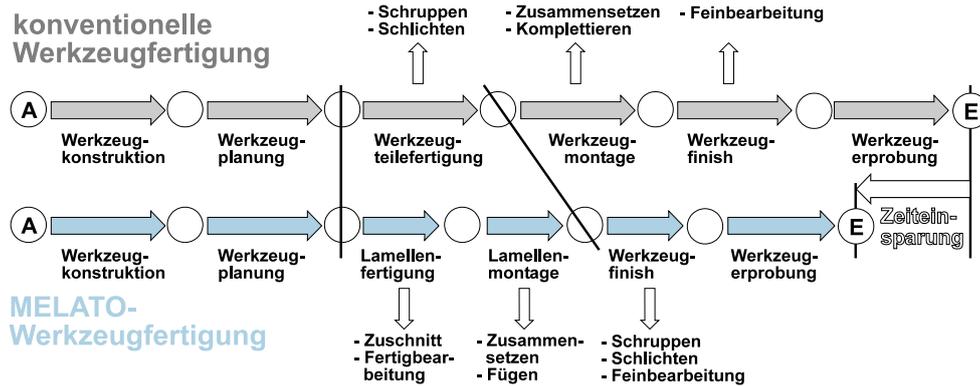
Folie 6

02 MELATO - Anliegen und Effekte

Worin liegen die Vorteile von MELATO?

Gegenüber monolithischen oder blockweise aufgebauten Fertigungswerkzeugen sind folgende Vorteile mit der **MELATO**-Technologie möglich:

1. Schnelle, kostengünstigere Fertigung von Hohlform-Werkzeugelementen, z.B. zum Prototyping:

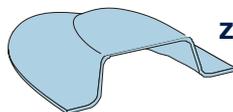
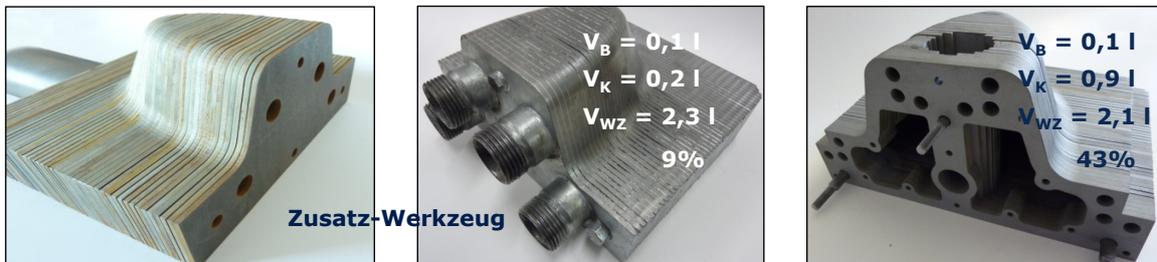


MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

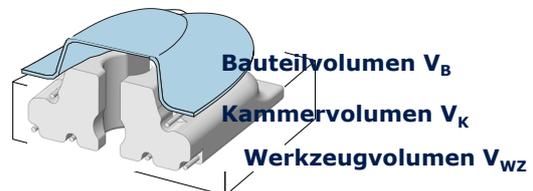
Folie 7

02 MELATO - Anliegen und Effekte

2. Annähernd beliebige Fertigung von Hohlräumen bzw. oberflächenverfolgenden Innenkonturen, z.B. zur Temperierung:



Zusatz-Bauteil

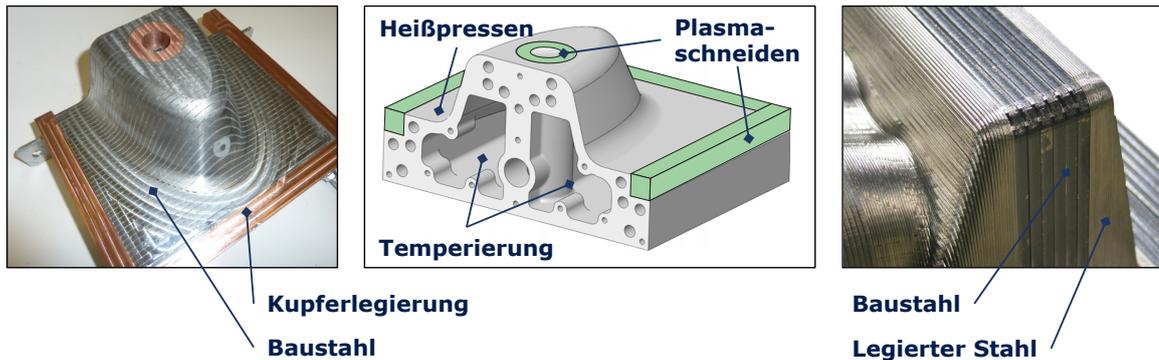


MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 8

02 MELATO - Anliegen und Effekte

3. Nutzung unterschiedlicher Werkstoffe oder verschiedener Blechdicken für verschiedene Festigkeits- oder Leitfähigkeitsanforderungen in einem Werkzeug, z.B. bei einer Funktionserweiterung des Werkzeuges:



MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

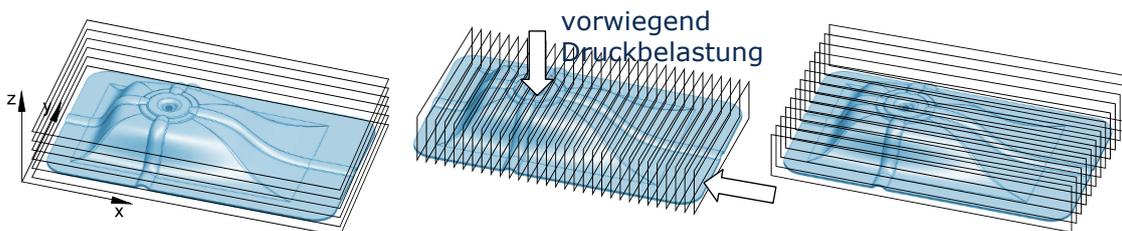
Folie 9

03 MELATO- Anforderung an Werkzeuge zum Heißpressen

Welche MELATO-Werkzeuggestaltung folgt aus den allgemeinen Anforderungen für das Demonstratorwerkzeug?

1. Die mechanische Festigkeit gegenüber Druckbelastungen: Stahlblech, Die Eignung zur Fertigungstechnologie (Laserschneiden, Tauchlöten): unlegierter Blechwerkstoff, Baustahl S 235 JR, Blechdicke 3 mm,

- Festlegung der Richtung zur Zerlegung in Blechlamellen entsprechend der möglichen Werkzeugbelastung: Slicen in z-Richtung



- Festlegung des Medienanschlusses zur Beheizung und Kühlung: Stirnseite

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

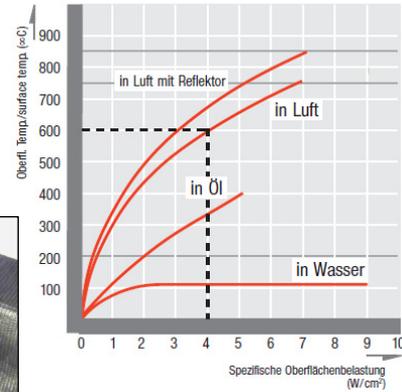
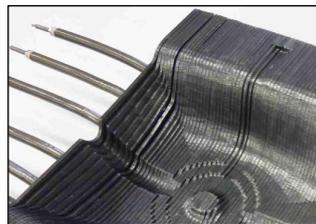
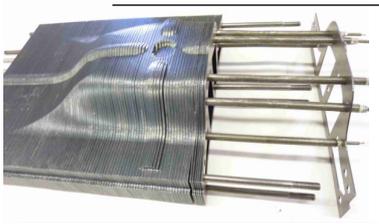
Folie 10

03 MELATO- Anforderung an Werkzeuge zum Heißpressen

- Die Temperierung des Werkzeuges: Heizung mit Rundrohrheizkörpern, \varnothing 8,6 mm, mit einer spez. Oberflächenbelastung von 5 W/cm², 16 Heizkörper mit einer Gesamtanschlussleistung 16 kW
Kühlung mit Wasser, daher eine Gesamtflüssigkeitsdichtheit, resultierende Temperaturbeständigkeit bis ca. 250°C:



- Festlegung der Montage der Rohrheizkörper mit der Lamellenmontage sowie der Formgebung während der Lamellenmontage:

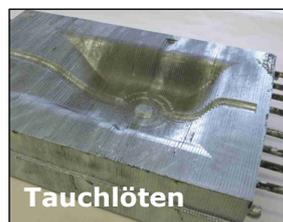
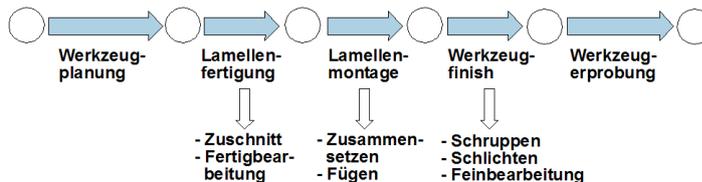


MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

03 MELATO- Anforderung an Werkzeuge zum Heißpressen

- Anwendung der MELATO-Technologie:

- Lamellenfertigung durch Laserschneiden, Laserschmelzschnitten,
- Zusammensetzen durch manuelle Montage, Verschrauben,
- Fügen durch Löten, Tauch-Weichlöten,
- Werkzeugfinish durch Fräsen, Schrupp- und Schlichtfräsen:



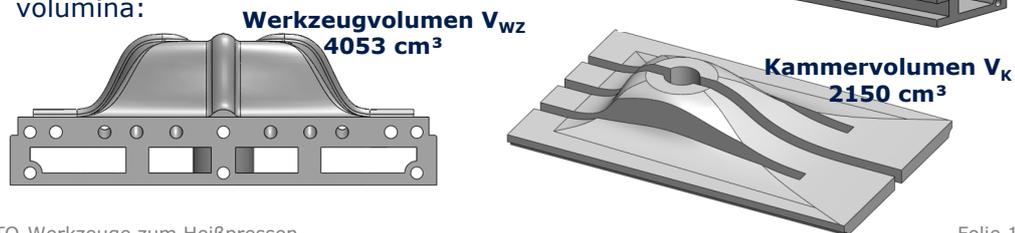
MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

04 Demonstratorwerkzeug - Konstruktion und Herstellung

Wie wurde die MELATO-Technologie am Demonstratorwerkzeug umgesetzt?

1. Das Demonstratorwerkzeug zum Heißpressen des HGTT-TWINTEX wurde als energieminiertes Presswerkzeug konzipiert und konstruiert:

- die beheizbare Werkzeugzone ist schalenartig ausgebildet und volumenminimiert,
- die 8 Kanäle für die Rundrohrheizkörper verlaufen annähernd konturnah,
- die Kammervolumina zur Kühlung betragen $\sim 52\%$ der Werkzeugvolumina:



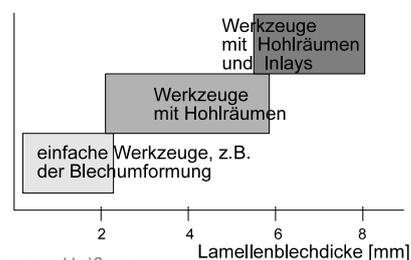
MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 13

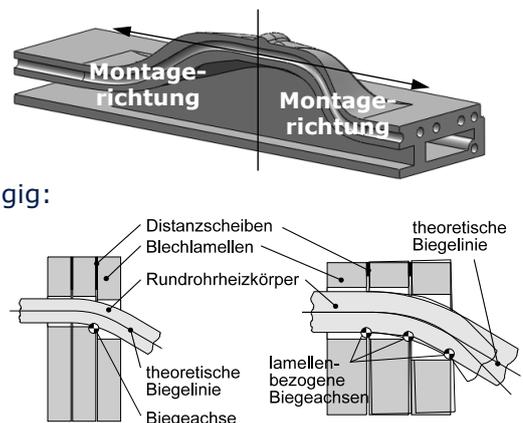
04 Demonstratorwerkzeug - Konstruktion und Herstellung

2. Die Rundrohrheizkörper konnten mit der Montage der Blechlamellen montiert und gebogen werden:

- die gleichzeitige Montage/Formung von Rohrheizkörpern bzw. Inlays und Lamellenverbunden ist realisierbar,
- wesentlich für eine Formung von Inlays ist die Montageplanung des Lamellenverbundes: Minimierung der Gesamtrückfederung geformter Inlays und der Auffederung des Lamellenverbundes,
- die Lamellenblechdicke ist montageabhängig:



MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

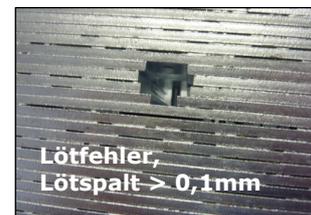


Folie 14

04 Demonstratorwerkzeug - Konstruktion und Herstellung

3. Das flüssigkeitsdichte Fügen der Blechlamellen und Inlays ist durch Tauchlöten mit zinkbasierten Loten möglich. Genutzt wurden Hochtemperatur-Verzinkungseinrichtungen mit $\sim 550^\circ\text{C}$ Badtemperatur:

- das üblicherweise zum Beschichten genutzte Hochtemperaturverzinken eignet sich für das Fügen von Stahlblech-Lamellenverbunden, einschließlich der zugehörigen Reinigung/Flußmittelauftrag (Fluxen),
- die erzielbare mechan. Festigkeit entspricht weichgelöteter Lötverbindungen,
- die thermische Festigkeit des Fe-Zn-Mischkristalls ist bis ca. 800°C gegeben,
- wesentlich ist ein bei der Montage einzustellender Lötspalt $< 0,1\text{ mm}$:
Zwischen- oder Distanzscheiben:



MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

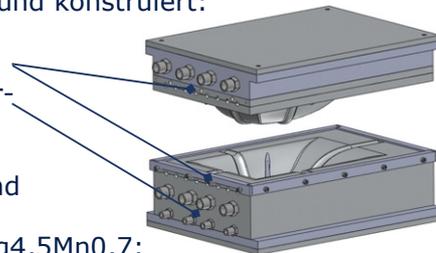
Folie 15

05 Vergleichswerkzeug - Konstruktion und Herstellung

Zur Gegenüberstellung zum Demonstratorwerkzeug wurde ein Vergleichswerkzeug konstruiert und gebaut.

1. Das Vergleichswerkzeug zum Heißpressen des HGTT-TWINTEX wurde als konventionelles Presswerkzeug konzipiert und konstruiert:

- die obere Werkzeugzone ist beheizbar, die mittlere Werkzeugzone dient kammerartig der Kühlung,
- das Vergleichswerkzeug besitzt 8 Kanäle für die Rundrohrheizkörper, die annähernd konturnah verlaufen,
- das Vergleichswerkzeug besteht aus AlMg4,5Mn0,7:



MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

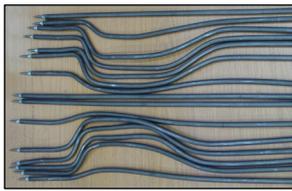
Folie 16

05 Vergleichswerkzeug – Konstruktion und Herstellung

2. Das Vergleichswerkzeug besitzt wechselbare Konturschalen:

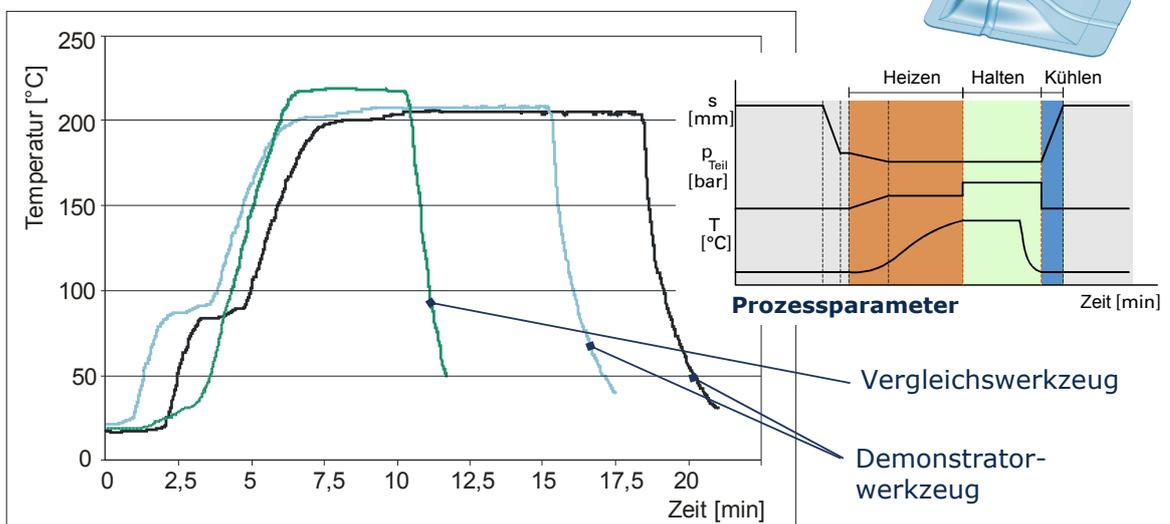


3. Vorgebogene Rundrohrheizkörper wurden in Aufnahmekanäle eingebettet:



06 Vergleich – Temperaturverläufe

Gegenüberstellung der Temperaturverläufe zum Heißpressen des HGTT-TWINTEX, aufgenommen am Demonstratorwerkzeug und Vergleichswerkzeug:



06 Vergleich – Herstellkosten

Zur Fertigung des Demonstratorwerkzeuges und Vergleichswerkzeuges wurden folgende Personalkosten verglichen:

Phase der Herstellung	Arbeitsschritt	Vergleichs- werkzeug		Demonstratorwerkzeug MELATO	
		Stunden	Verhältnis	Stunden	Verhältnis
Konstruktion		30	100%	60	200%
Datenbereitstellung	Datenüberarbeitung	4	100%	16	400%
	Slicen und Anpassung	-		1	100%
Schneiden		-		8	100%
Löten	Vorbereitung	-		0,5	100%
	Vorgang	-		1	100%
	Nachbereitung	-		1	100%
Fräsen		80	250%	32	100%
Endbearbeitung	Montieren	8	100%	24	300%
	Finishen	2	100%	2	100%
	Endkontrolle	1	100%	1	100%
Gesamtfertigung		125	100%	146,5	117%

Dipl.-Kfm. Thomas Niemand
Integration betriebswirtschaftlicher Anforderungen in den Forschungsprozess

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 19

06 Vergleich – Herstellkosten

Mit den Personalkosten zur Fertigung des Demonstratorwerkzeuges und Vergleichswerkzeuges, ergibt sich folgende Gesamtkostenstruktur:

Kosten	Kostengröße	Vergleichs- werkzeug	Demonstratorwerkzeug MELATO	Kalkulationsgrundlage
Material	1.200,00 €		400,00 €	
Werkzeug	500,00 €		200,00 €	200,00 € für 32 Stunden Fräsen
Lotauftrag	-		200,00 €	Je Auftrag inkl. Transport
Personal	1.875,00 €		2.197,50 €	15,00 € pro Person und Stunde
Gesamtkosten		3.575,00 €	2.997,50 €	
		1.875,00 €		1.700,00 €
	Personalkosten		Materialkosten	Vergleichswerkz.
	Personalkosten		Materialkosten	Demonstratorwerkzeug MELATO
		2197,50 €	800,00 €	

Dipl.-Kfm. Thomas Niemand
Integration betriebswirtschaftlicher Anforderungen in den Forschungsprozess

MELATO-Werkzeuge zum Heißpressen
Kötter

Folie 20