

# LEHM MASSE AUFBEREITUNG FÜR DEN 3D DRUCK

Tests verschiedener Massen. Sowie »Tune Grid« mit detaillierter Erfassung der einzelnen Eigenschaften.



*Mastervertiefung  
Sommersemester 2022  
Marianne Sellmaier*

Massen anmischen

## AUSGANGS SITUATION



In dieser Experimentierreihe soll eine Lehm Mischung für den Einsatz im Pasten 3D Druck aufbereitet werden. Die Material Proben werden aus Lehm Pulver und Wasser zusammengemischt.

Die getesteten Mischungen sind:

- Conluto Lehm Klebe- und Armierungs-mörtel
- Conluto Lehm Fein Putz
- Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel

Hypothese: Lehm Masse soll für den 3D Druck aufbereitet werden.

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Klebe- und Armierungsmörtel
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Kartusche + Kartuschenpresse

Ausgangssituation: Anmischen der Masse nach Verbrauchsanweisung

- 200g Conluto Lehm Klebe- und Armierungsmörtel
- ml Wasser



Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte Masse zu trocken, Nachjustierung mit:



Datum:

Beobachtung:

- Lehm Masse lässt sich durch Kartusche pressen, aber nicht durch Tülle
- Lehm Masse, besonders der Sand verstopft die Kartusche



Auswertung:

- Lehm Masse aus Conluto Klebe- und Armierungsmörtel vermutlich druckbar
- Allerdings sind Verstopfungen und hoher Maschinen Verschleiß bis Defekt durch grobe Schamottierung zu erwarten



Resultierende Fragen/Erkenntnisse: - Wie hoch ist das Risiko den Drucker zu zerstören?

Hypothese: Lehm Masse soll für den 3D Druck aufbereitet werden.

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Fein Putz
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Kartusche + Kartuschenpresse

Ausgangssituation: Anmischen der Masse nach Verbrauchsanweisung

- 200g Conluto Lehm Klebe- und Armierungsmörtel
- ml Wasser



Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte Masse zu trocken, Nachjustierung mit:



Datum:

Beobachtung:



- Lehm Masse lässt sich anfangs durch Kartusche pressen
- Ergebnis ist sehr feucht
- Bei der Hälfte ungefähr verstopft die Kartusche
- Restliche trockene Masse verdichtet sich am Ende der Kartusche und lässt sich nicht lösen
- Gleiches Resultat bei wiederholtem Versuch mit mehr Wasser in der Masse

Auswertung:



- Lehm Masse aus „Conluto Lehm Fein Putz“ nicht geeignet für 3D Druck
- Masse nimmt Flüssigkeit nicht richtig auf, dadurch trennt sich das Material unter Druck und ausschließlich der wässrige Teil lässt sich aus der Kartusche pressen
- Außerdem auch sehr grobe Sandpartikel die Drucker verstopfen, beschädigen oder zerstören würden

Resultierende Fragen/Erkenntnisse:

- Welche Alternativen gibt es?

## Experiment: Lehm Masse 3D drucken

Hypothese: Lehm Masse soll für den 3D Druck aufbereitet werden.

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Kartusche + Kartuschenpresse

Ausgangssituation: Anmischen der Masse nach Verbrauchsanweisung

- 100g Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- 40 ml Wasser



Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte

Masse zu feucht, Nachjustierung mit:

- 10g Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- 5g Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel



Datum:

Beobachtung:



- Lehm Masse lässt sich problemlos durch Kartusche pressen
- Auch hier verstopft die Tüle
- Lehm Objekte mit hohem Detailgrad

Auswertung:



- Lehm Masse „Conluto Lehm Wand. und Flächenspachtel“ mit hoher Wahrscheinlichkeit druckbar
- Geringes Verstopfungsrisiko aufgrund des feinen Mahlgrades
- Feine Details erkennbar

Resultierende Fragen/Erkenntnisse:

## Experiment: Lehm Masse 3D drucken

Hypothese: Lehm Masse in Druckluftkartusche fördern

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Druckluftkartusche und Schlauch

Ausgangssituation:

- Anmischen der Masse nach Erkenntnisstand
- Masse sehr klebrig



Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte

- Befüllen der Kartusche mit der Masse
- Verschließen der Kartusche



Datum:

Beobachtung: Lehm Masse kommt bei ca 6-7 Bar Druck



Auswertung:



Resultierende Fragen/Erkenntnisse:

- Lehm Masse bewegt sich durch den Schlauch
- Geschwindigkeit könnte höher sein

- Wie lässt sich die Masse so optimieren, dass sie besser fließt aber nicht flüssiger ist?

## Experiment: Lehm Masse 3D drucken

Hypothese: Lehm Masse im 3D Drucker

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Wasp Pastendrucker

Ausgangssituation:

Befüllen der Druckluftkartusche  
Anschließen der Kartusche



Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte Druck bei 6-7 Bar



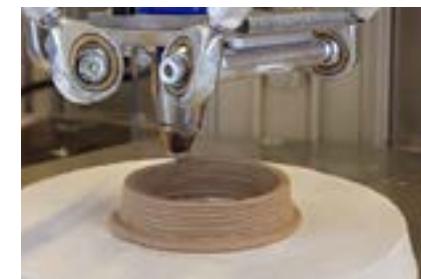
Datum:

Beobachtung:



- Erster Versuch, Masse staut sich am Anfang
- Geschwindigkeit zu hoch
- Flow zu niedrig
- Justierung Geschwindigkeit und Flow

Auswertung:



- Gutes Druck Ergebnis bei Geschwindigkeit: 60% Flow: 120%
- Masse allgemein etwas zu flüssig/instabil
- Masse nicht geeignet für non-planares Drucken

Resultierende Fragen/Erkenntnisse:

- Wie wird die Masse stabiler?

## Experiment: Lehm Masse 3D drucken

Hypothese: Lehm Masse im 3D Drucker

Werkzeuge & Materialien:

- Conluto Lehm Wand- und Flächenspachtel
- Wasser
- Waage
- Spachtel
- Wasp Pastendrucker

Ausgangssituation:

- Befüllen der Druckluftkartusche mit zwei verschiedenen Massen übereinander
- Anschließen der Kartusche



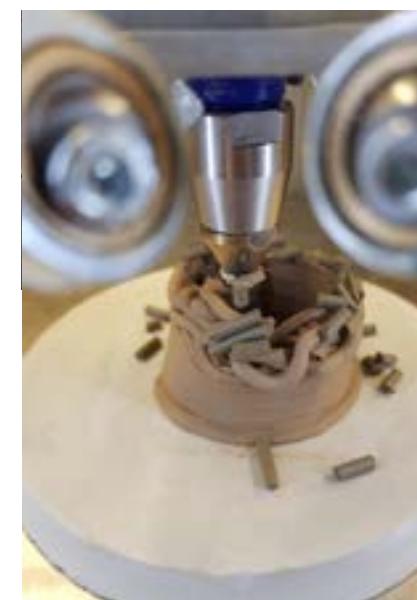
Experimentier Protokoll/Arbeitsschritte

Erste, weichere Masse schon nach kurzer Zeit von härterer Masse (dunkel) verdrängt



Datum:

Beobachtung:



Harte Masse brüchig und trocken, trotzdem kein Durchkommen der weichen Masse mehr

Auswertung:



- Die beiden Massen haben sich im Schlauch komplett vermischt, aber nur die härtere, trockenere Masse ist am Ende aus dem Drucker gekommen.
- Zukünftig sollten keine Massen mehr in der Kartusche gemischt werden. Das Resultat ist unberechenbar dementsprechend schwer vorherseh- und nachvollziehbar.

Resultierende Fragen/Erkenntnisse:

- Keine Massen mehr mischen!

## PROOF OF CONCEPT



Die Lehm Masse ist druckbar.

Im nächsten Schritt sollen genaue Mengenangaben sowie Einstellungen justiert werden, um die Druck Qualität zu steuern.



Tune Grid

Name	Masze				Flow Test		
	Mischung	Ruhezeit	Viskosität	Foto			
Masze 1 (M1)	Pulver: 1000g Wasser: 200ml +50ml +20ml =270ml	120min	leicht klebrig, schwer zu kneten		10 mm in 13 sek 7 bar	Tag 1: 80 mm Tag 2: 78 mm Tag 3: 78 mm	Tag 1: 11,7 g Tag 2: 9,42 g Tag 3: 9,40 g
Masze 2 (M2)	Pulver: 1000 g Wasser: 250ml +20ml +10ml =280ml	240min	klebrig, knetbar		10 mm in 5,20 sek 7 bar	Tag 1: 80 mm Tag 2: 78 mm Tag 3: 78 mm	Tag 1: 11,19 g Tag 2: 8,85 g Tag 3: 8,84 g
Masze 3 (M3)	Pulver: 1000g Wasser: 250ml +20ml +20ml = 290ml	23h	sehr klebrig, schlecht knetbar weich zu streichen		10 mm in 3 sek 7 bar	Tag 1: 80 mm Tag 2: 79 mm Tag 3:	Tag 1: 11,14 g Tag 2: 8,88 g Tag 3:
Masze 4 (M4)	M1 +10ml Wasser	48h + 30min	sehr klebrig, mittel knetbar streichbar		10 mm in 3,5 sek 7 bar	Tag 1: 80 mm Tag 2: 75 mm Tag 3:	Tag 1: 11,10 g Tag 2: 8,80 g Tag 3:
Masze 5 (M5)	Pulver: 2000 g Wasser: 560 ml	120 min	klebrig, knetbar		10 mm in 4.5 sek 7 bar	Tag 1: 80 mm Tag 2: 78 mm	Tag 1: 11,51 g Tag 2: 9,05 g

## Massen Einstellungen

# BEØBACHTUNGEN MASSEN

Die Einstellungen müssen sehr detailliert sein, ein Unterschied von 10 ml Wasser verändert die komplette Konsistenz und Viskosität der Masse.

Auch die Ruhezeit beeinflusst die Feuchtigkeit in der Masse. Die Masse feuchtet nach.

## Massen Einstellungen

# BEØBACHTUNGEN MASSE 1

Masse 1 ist zu hart. Der Flow durch den Schlauch ist nicht gewährleistet. Dadurch staut sich zu viel Druck in der Kartusche. Das Überdruck Ventil wurde ausgelöst.

## Tune Grid

Nr	Masze Mischung	Code Layer Height	Feed Rate	Drucker		Datei	
				Nozzle	Druck		
M2_4B_1	Pulver: 1000g Wasser: 280ml	0,8mm	F1800	1,5 mm	4 Bar	120 %	60 %
M2_5B_1	Pulver: 1000g Wasser: 280ml	0,8mm	F1800	1,5 mm	5 Bar	120 %	60 %
M2_6B_1	Pulver: 1000g Wasser: 280ml	0,8mm	F1800	1,5 mm	6 Bar	120 %	60 %
M2_7B_1	Pulver: 1000g Wasser: 280ml	0,8mm	F1800	1,5 mm	7 Bar	120 %	60 %
M2_6B_2	Pulver: 1000g Wasser: 280ml	0,8mm	F1800	1,5 mm	6 Bar	100 %	60 %
M2_6B_3	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml	0,8 mm	F1800	1,5 mm	6 Bar	100 %	80 %
M2_6B_4	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml	0,8 mm	F1800	1,5 mm	6 Bar	120 %	80 %
M2_6B_5	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml	0,8 mm	F1800	1,5 mm	6 Bar	140 %	80 %

## Tune Grid

Nr	Ergebnis			Trocknung	Schrumpfung			Ergebnis
	Reinheit Layers	Wandstärke (wt)	Gewicht		Temperatur	Tag 1	Tag 3	
M2_4B_1		1 mm	Tag 2: 14,25 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: 74 mm Ø unten: 82 mm h: wt: 1 mm	Ø oben: 73 mm Ø unten: 80 mm h: wt: 1 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_5B_1		2,5 - 3 mm	Tag 2: 118,74 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: 80mm Ø unten: 81mm h: 100 mm wt: 2,5 - 3 mm	Ø oben: 78 mm Ø unten: 80 mm h: 97 mm wt: 2,5	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_6B_1		4 mm	Tag 2: 200 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: 83 mm Ø unten: 85 mm h: 101 wt: 4 mm	Ø oben: 80,5 mm Ø unten: 82 mm h: 97 mm wt: 4	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_7B_1		8 mm	Tag 2: 88,74 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: Ø unten: 86 mm h: wt: 8 mm	Ø oben: Ø unten: 84 mm h: wt: 8	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_6B_2		3,5 mm	Tag 2: 161,25 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: 81 mm Ø unten: 82 mm h: 100mm wt: 3,5	Ø oben: 79 mm Ø unten: 82 mm h: 97 mm wt: 3	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_6B_3		2,5 mm	Tag 2: 39,51 g Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: 79 mm Ø unten: 80 mm h: wt: 2,5 mm	Ø oben: 76 mm Ø unten: 80 mm h: wt: 3 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_6B_4		1,3 mm	Tag 2: Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: Ø unten: h: wt: 1,3 mm	Ø oben: 78,4 mm Ø unten: h: wt: 1 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M2_6B_5		1,5 mm	Tag 2: Tag 3:	ca. 26°	Ø oben: Ø unten: h: wt:	Ø oben: Ø unten: h: wt:	Ø oben: Ø unten: h: wt:	

## BEOBACHTUNGEN MASSE 2



Varianzen im Druck sorgen für maßgebliche Unterschiede.

Bei dieser Masse gab es die besten Ergebnisse als mit 6 bar gedruckt wurde.

Zu wenig bar: Zu wenig Masse, dünne Wandstärke, die Masse trocknet werden des Druckens und verzieht sich.

Zu viel bar: Die Wandstärke wird unverhältnismäßig dick bis zu 5fach der Nozzle Größe. Die Trocknungszeit ist dementsprechend lang. Die Layer Height zu niedrig, dadurch wird die Masse an den Rändern unsauber.



Diese Fehler sind durch schnelle Fahrbewegungen entstanden, Speed 80 %.

Lehm muss langsam gedruckt werden, Speed 60 %.

## Tune Grid

Nr	Masze			Drucker				Datei
	Mischung	Code	Nozzle	Druck	Flow	Speed		
	Layer Height	Feed Rate						
M3_B4_1	Pulver: 1000 g Wasser: 290 ml Ruhezeit: 24 h	0,8 mm	F 1800	1,5 mm	4 bar	120 %	60 %	
M3_B5_1	Pulver: 1000 g Wasser: 290 ml Ruhezeit: 24 h	0,8 mm	F 1800	1,5 mm	5 bar	120 %	60 %	
M3_B6_1	Pulver: 1000 g Wasser: 290 ml Ruhezeit: 24 h	0,8 mm	F 1800	1,5 mm	6 bar	120 %	60 %	
M3_B5_2	Pulver: 1000 g Wasser: 290 ml Ruhezeit: 24 h	0,8 mm	F 1800	1,5 mm	5 bar	100 %	60 %	

## Tune Grid

Nr	Ergebnis			Trocknung	Schrumpfung			Ergebnis
	Reinheit Layers	Wandstärke (wt)	Gewicht		Temperatur	Tag 1	Tag 3	
M3_B4_1		1,5 mm	Tag 2: 45,22 g Tag 3: 44,82 g	ca. 26°	Ø oben: 79 mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	
M3_B5_1		4 mm	Tag 2: 178,65 g Tag 3: 172,89 g	ca. 26°	Ø oben: 83 mm Ø unten: 83 mm h: 102 mm wt: 4 mm	Ø oben: 80 mm Ø unten: 80 mm h: 97 mm wt: 4 mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	
M3_B6_1		8 mm	Tag 2: 94,4 g Tag 3: 87,31 g	ca. 26°	Ø oben: 86 mm Ø unten: mm h: mm wt: 8 mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: 8 mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	
M3_B5_2		4 mm	Tag 2: 160 g Tag 3: 155,26 g	ca. 26°	Ø oben: 83 mm Ø unten: 83 mm h: 100 mm wt: 4 mm	Ø oben: 80 mm Ø unten: 83 mm h: 98 mm wt: 4 mm	Ø oben: mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	

## BEØBACHTUNGEN MASSE 3



Die feuchte Masse lässt sich am besten bei 5 bar drücken. Neigt aber aufgrund der Weichheit zu Fehlern (rechts).

Außerdem geht die Masse nach vier Drucken nicht mehr durch den Schlauch. Vermutlich hat sich erst die feuchte Masse durchgedrückt und der Rest der Masse ist in der Kartusche verdichtet.

## Tune Grid

Nr	Masze			Drucker				Datei
	Mischung	Code	Nozzle	Druck	Flow	Speed		
	Layer Height	Feed Rate						
M4_B6_1	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 48 h	0,8 mm	1800F	1,5 mm	6 Bar	120 %	60 %	
M4_B5_1	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 48 h	0,8 mm	1800F	1,5 mm	5 Bar	120 %	60 %	
M4_B5.5_1	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 48 h	0,8 mm	1800F	1,5 mm	5,5 Bar	120 %	60 %	
M4_B5.5_2	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 48 h	0,8 mm	1800F	1,5 mm	5,5 Bar	100 %	60 %	
M4_B5.5_3	Pulver: 1000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 48 h	0,8 mm	1800F	2 mm	5,5 Bar	100 %	60 %	

## Tune Grid

Nr	Ergebnis			Trocknung	Schrumpfung			Ergebnis
	Reinheit Layers	Wandstärke (wt)	Gewicht		Temperatur	Tag 1	Tag 3	
M4_B6_1		7 mm	Tag 2: 116,65 g Tag 3: 111,10 g	ca. 22°	Ø oben: 83 mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	Ø oben: 82 mm Ø unten: mm h: mm wt: mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M4_B5_1		3 mm	Tag 2: 135,45 g Tag 3: 135,60 g	ca. 22°	Ø oben: 80 mm Ø unten: 82 mm h: 101 mm wt: 3 mm	Ø oben: 80mm Ø unten: 82 mm h: 97 mm wt: 3 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M4_B5.5_1		4 mm	Tag 2: 197,90 Tag 3 193,89:	ca. 22°	Ø oben: 82 mm Ø unten: 84 mm h: 100 mm wt: 4 mm	Ø oben: 80,5 mm Ø unten: 82 mm h: 97 mm wt: 4 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M4_B5.5_2		4 mm	Tag 2: 110 g Tag 3: 110 g	ca. 22°	Ø oben: 82 mm Ø unten: 83 mm h: 53 wt: 4 mm	Ø oben: 81 mm Ø unten: 82 mm h: 50 wt: 4 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M4_B5.5_3		2 mm	Tag 2: 71,77 g Tag 3: 71,84	ca. 22°	Ø oben: 78 mm Ø unten: 83 mm h: 53 mm wt: 2 mm	Ø oben:74 mm Ø unten: 81 mm h: 50 mm wt: 2 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	

## BE~~O~~BACHTUNGEN MASSE 4



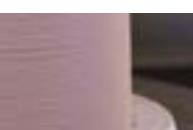
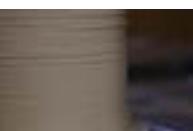
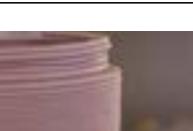
Die vierte Masse war ein Hybrid aus Masse 1 (die zu trocken war zum drucken) und seit dem mehrere Tage geruht hat, und 10 ml frischem Wasser.

Die Masse ist zu weich geworden. Daraus lässt sich folgern, dass die Masse nach feuchtet.

Datum:

Nr	Masser	Code	Feed Rate	Drucker	Nozzle	Druck	Flow	Speed	Datei
	Mischung	Layer Height							
M5_5,8B_1	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	0,8 mm	1800 F		1,5 mm	5,8 Bar	100 %	60 %	
M5_6B_1	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	0,8 mm	1800 F		2,0 mm	6 Bar	100 %	60 %	
M5_6B_2	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,0 mm	1800 F		2,0 mm	6 Bar	100 %	60 %	
M5_6B_3	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,4 mm	1800 F		2,0 mm	6 Bar	100 %	60 %	
M5_6B_4	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,2 mm	1800 F		2,0 mm	6 Bar	100 %	60 %	
M5_6B_5	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,4mm	1800 F		3,0 mm	6 Bar	100 %	60 %	
M5_6,5B_1	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,4 mm	1800 F		3,0 mm	6,5 Bar	100 %	60 %	
M5_6,5B_2	Pulver: 2000 g Wasser: 280 ml Ruhezeit: 120 min	1,4 mm	1800 F		3,0 mm	6,5 Bar	120 %	60 %	

## Tune Grid

Nr	Ergebnis			Trocknung	Schrumpfung			Ergebnis
	Reinheit Layers	Wandstärke (wt)	Gewicht		Temperatur	Tag 1	Tag 3	
M5_5,8B_1		4 mm	Tag 2: 104,54 g Tag 3: 104,00 g	ca. 22°	Ø oben: 82 mm Ø unten: 83 mm h: 53 mm wt: 4 mm	Ø oben: 80 mm Ø unten: 82,5 mm h: 50 mm wt: 4 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6B_1		5 mm	Tag 2: 117,59 g Tag 3: 116,14 g	ca. 22°	Ø oben: 83,5 mm Ø unten: 83 mm h: 53 mm wt: 5 mm	Ø oben: 81,5 mm Ø unten: 82 mm h: 50,5 mm wt: 5 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6B_2		4,5 mm	Tag 2: 105,40 g Tag 3: 104,29 g	ca. 22°	Ø oben: 82 mm Ø unten: 82 mm h: 53 wt: 4,5 mm	Ø oben: 80 mm Ø unten: 81 mm h: 50,5 mm wt: 4,5 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6B_3		3 mm	Tag 2: 67,60 g Tag 3: 67,50 g	ca. 22°	Ø oben: 78 mm Ø unten: 78 mm h: 53 mm wt: 3 mm	Ø oben: 76,5 mm Ø unten: 80 mm h: 50 mm wt: 3 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6B_4		3,5 mm	Tag 2: 75,18 g Tag 3: 75,12 g	ca. 22°	Ø oben: 80 mm Ø unten: 80 mm h: 52 mm wt: 3,5 mm	Ø oben: 77,5 mm Ø unten: 78 mm h: 50 mm wt: 3,5 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6B_5		3,5 mm	Tag 2: 43,38 g Tag 3: 43,44 g	ca. 22°	Ø oben: Ø unten: mm h: wt:	Ø oben: Ø unten: mm h: wt:	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6,5B_1		3,5 mm	Tag 2: 74,17 g Tag 3: 73,45 g	ca. 22°	Ø oben: 78 mm Ø unten: 80 mm h: 53 mm wt: 3,5 mm	Ø oben: 75 mm Ø unten: 78 mm h: 51 mm wt: 3,5 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	
M5_6,5B_2		10 - 5 mm	Tag 2: 116,89 g Tag 3: 115,60 g	ca. 22°	Ø oben: 88 mm Ø unten: 88 mm h: 53 mm wt: 10 - 5 mm	Ø oben: 83,5 mm Ø unten: 82 mm h: 51 mm wt: 10 - 5 mm	Ø oben: Ø unten: h: wt:	

## BEOBACHTUNGEN MASSE 5



Masse 5, wurde unter den gleichen Bedingungen wie die Beste Masse (Masse 2) angerührt, aber in der Menge verdoppelt. Die Massen sind sehr ähnlich geworden. Daraus lässt sich folgern, dass die erarbeiteten Einheiten skalierbar sind.

Druck, Nozzle, Größe und Layer Height stehen im direktem Zusammenhang.

Je größer die Nozzle, desto größer der Druck, desto höher sollten die Layers angelegt sein.



Die 3mm Nozzle ist faktisch nicht zu empfehlen. Durch die Mengen an Material, wird viel Druck benötigt und die Wandstärke wird immens. Die Materialförderung kann unterbrochen werden, der Drucker scheint nicht dafür ausgelegt zu sein (Objekt ganz rechts).

## Allgemeine Erkenntnisse

## FAZIT

Erst guten Druck finden, dann Flow und Speed verstellen

Nozzle Größe nicht direkt proportional mit wt

Zu wenig Druck, Masse zu weich, Wandstärke zu dünn: Druck trocknet zu schnell und verzieht sich. Die Schichten werden unrein

Zu viel Druck: Wandstärke sehr dick Layer Height und Wandstärke unproportional. Es entstehen Unreinheiten in den Schichten. Viel Material Verbrauch.

Druck, Nozzle, Größe und Layer Height stehen im direktem Zusammenhang.

Je größer die Nozzle, desto größer der Druck, desto höher sollten die Layers angelegt sein.

### Beste Ergebnisse mit Masse 2

5,5 - 6 bar  
Speed 60 %  
Flow 100 - 120 %  
Nozzle 1,5 - 2 mm  
Layer Height 0,8mm - 1,2 mm

### Trocknung

Die Wandstärke verändert sich in der Trocknung fast nicht.

Die Schrumpfung war in den meisten Fällen zwischen 3 und 5 % in der Höhe  
Im Durchmesser meistens um die 3 %

