

Einfluss von Düsendurchmesser, Slicer und Drucker auf die Druckqualität

Besl, Simon

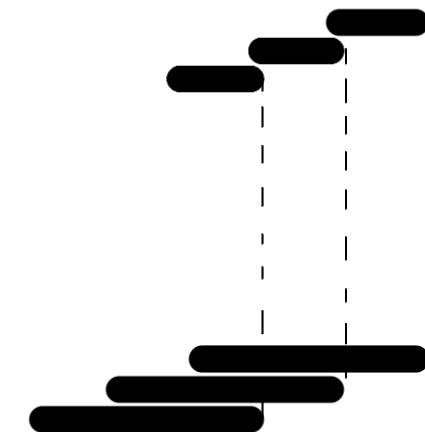
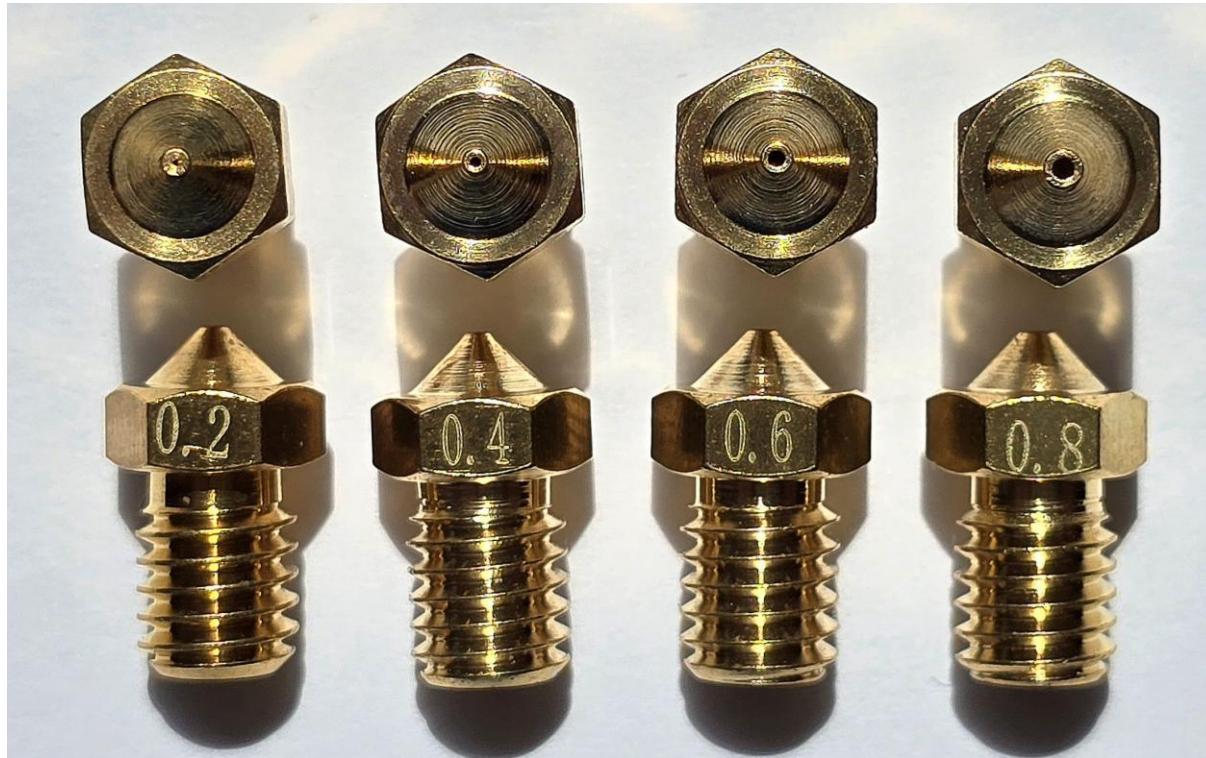
Hochschule München – FK03
FAB

Inhalt

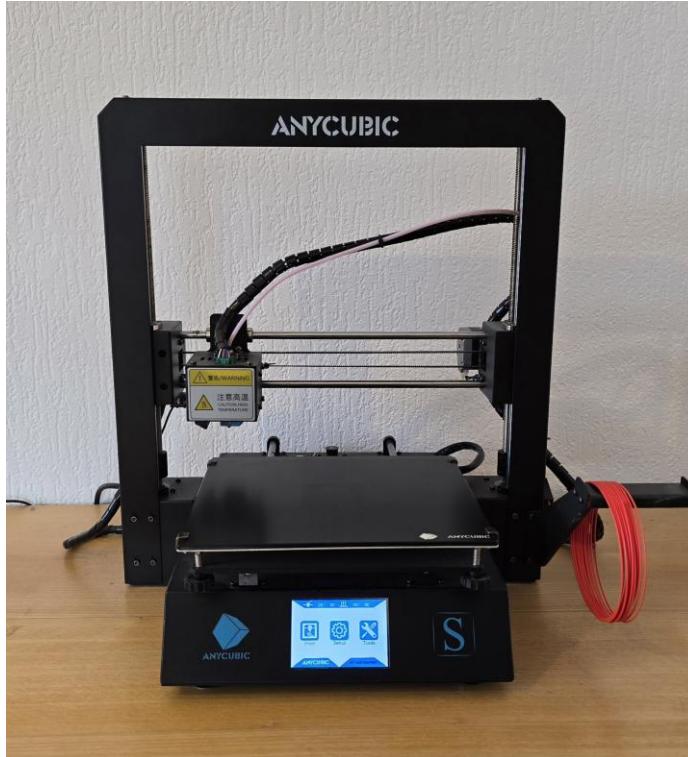
1. Einfluss unterschiedlicher Düsendurchmesser auf die Druckqualität
2. Einfluss unterschiedlicher Slicer-Programme auf die Druckqualität
3. Einfluss unterschiedlicher FDM-Drucker auf die Druckqualität

1. Düsenvergleich

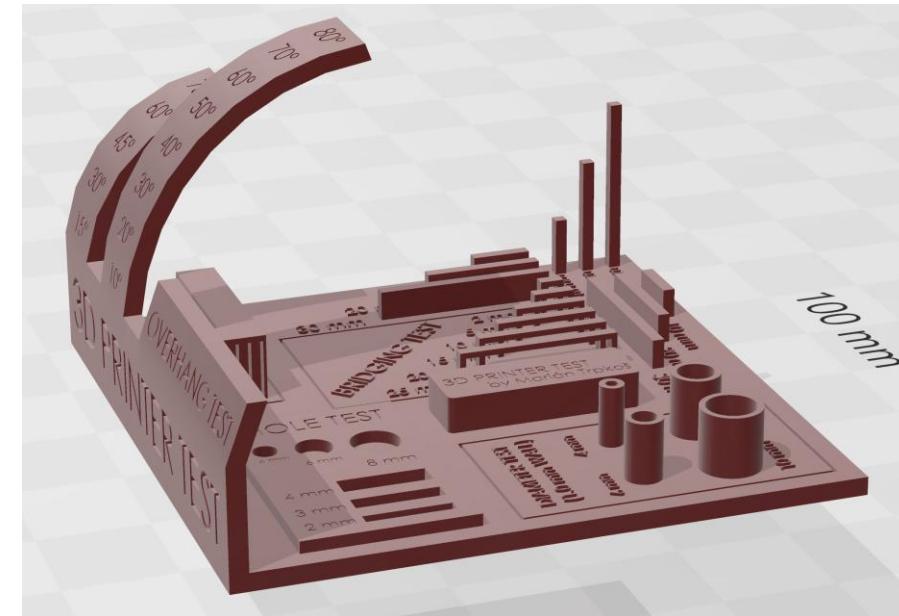
Verglichen werden folgende Düsendurchmesser:



1. Düsenvergleich



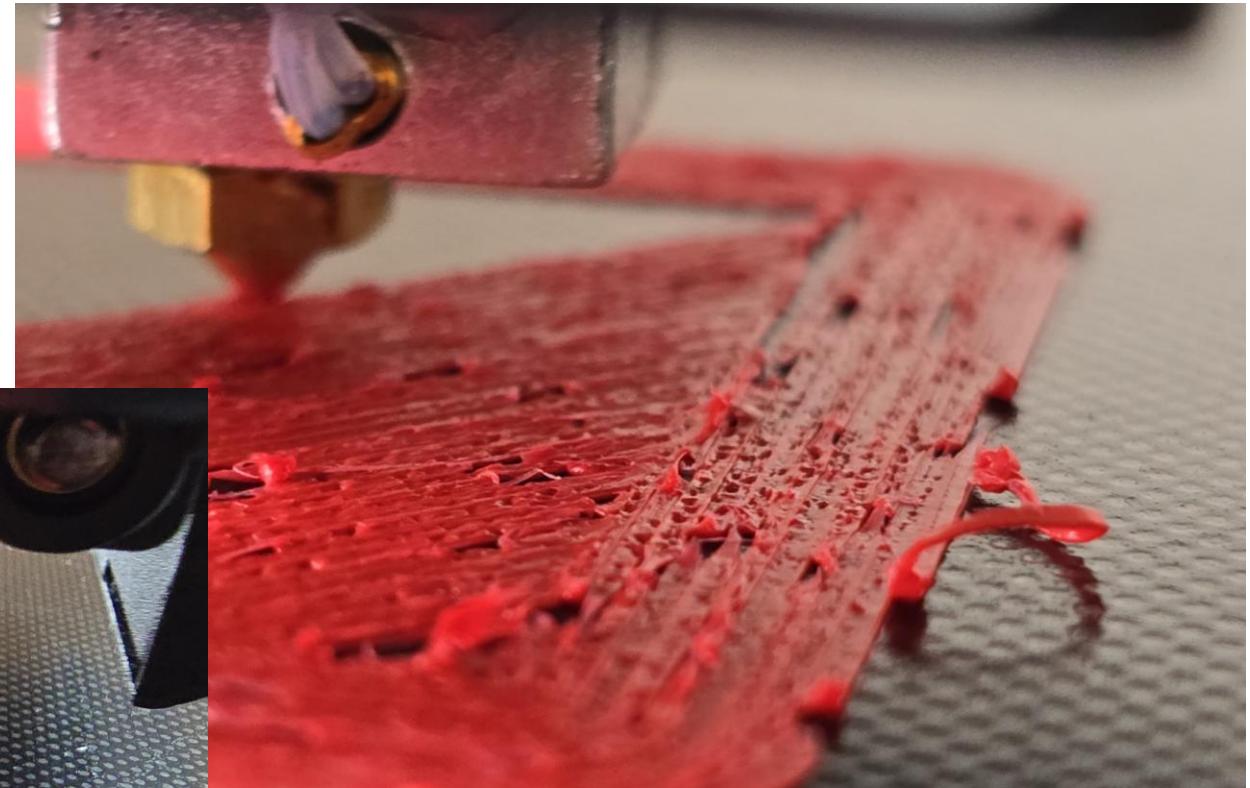
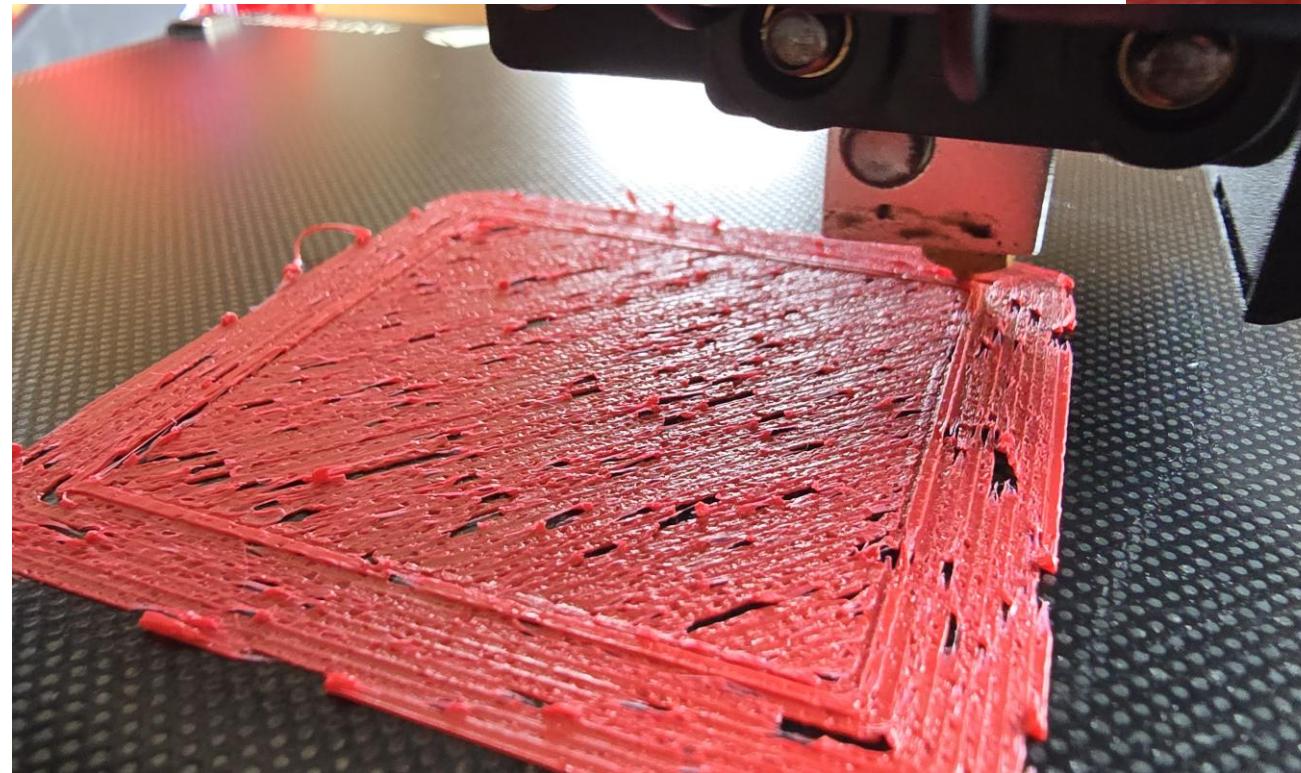
Drucker für
Vergleich



Testmodell

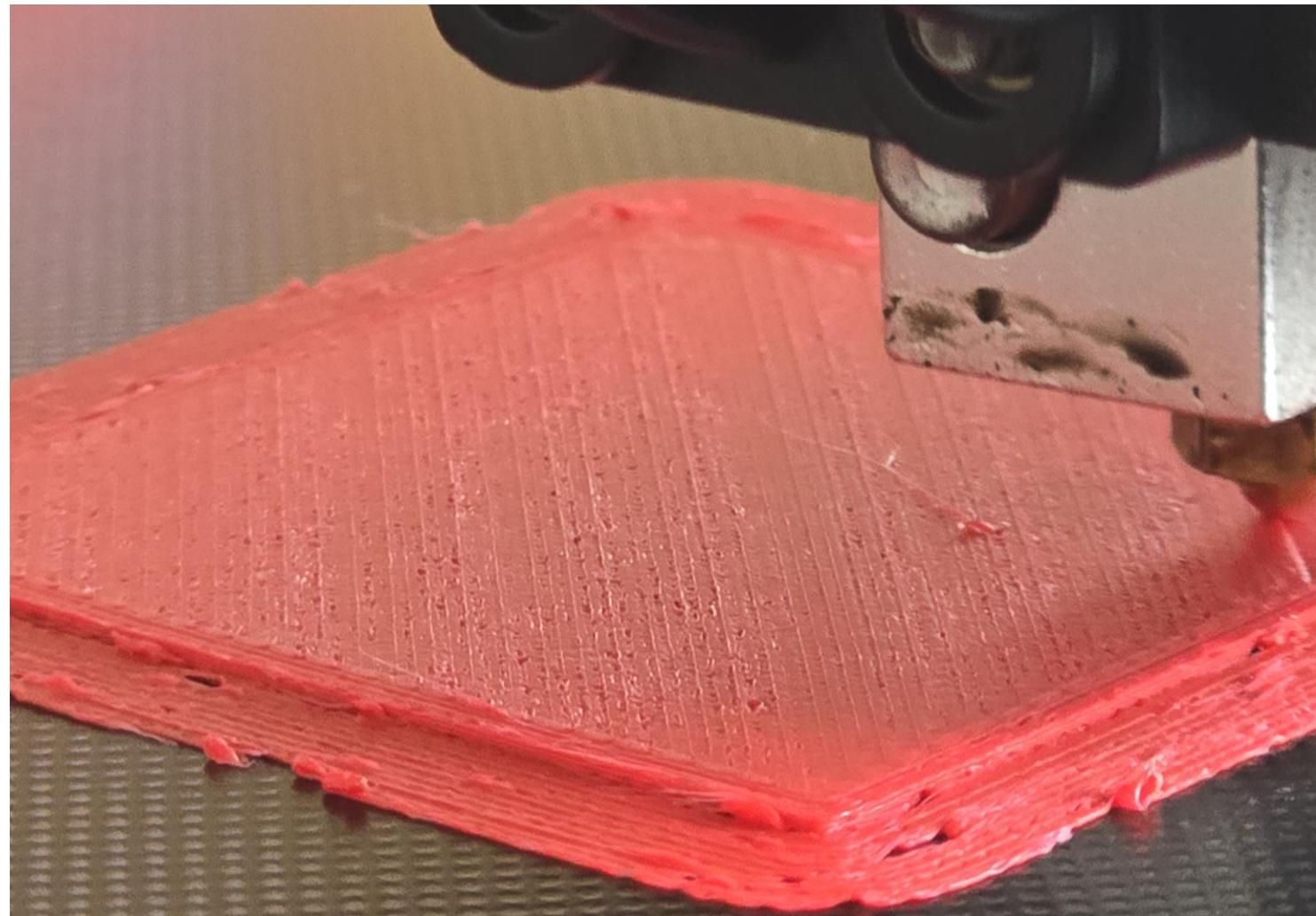
1. Düsenvergleich

Probleme beim Vorgehen-
Unterextrusion



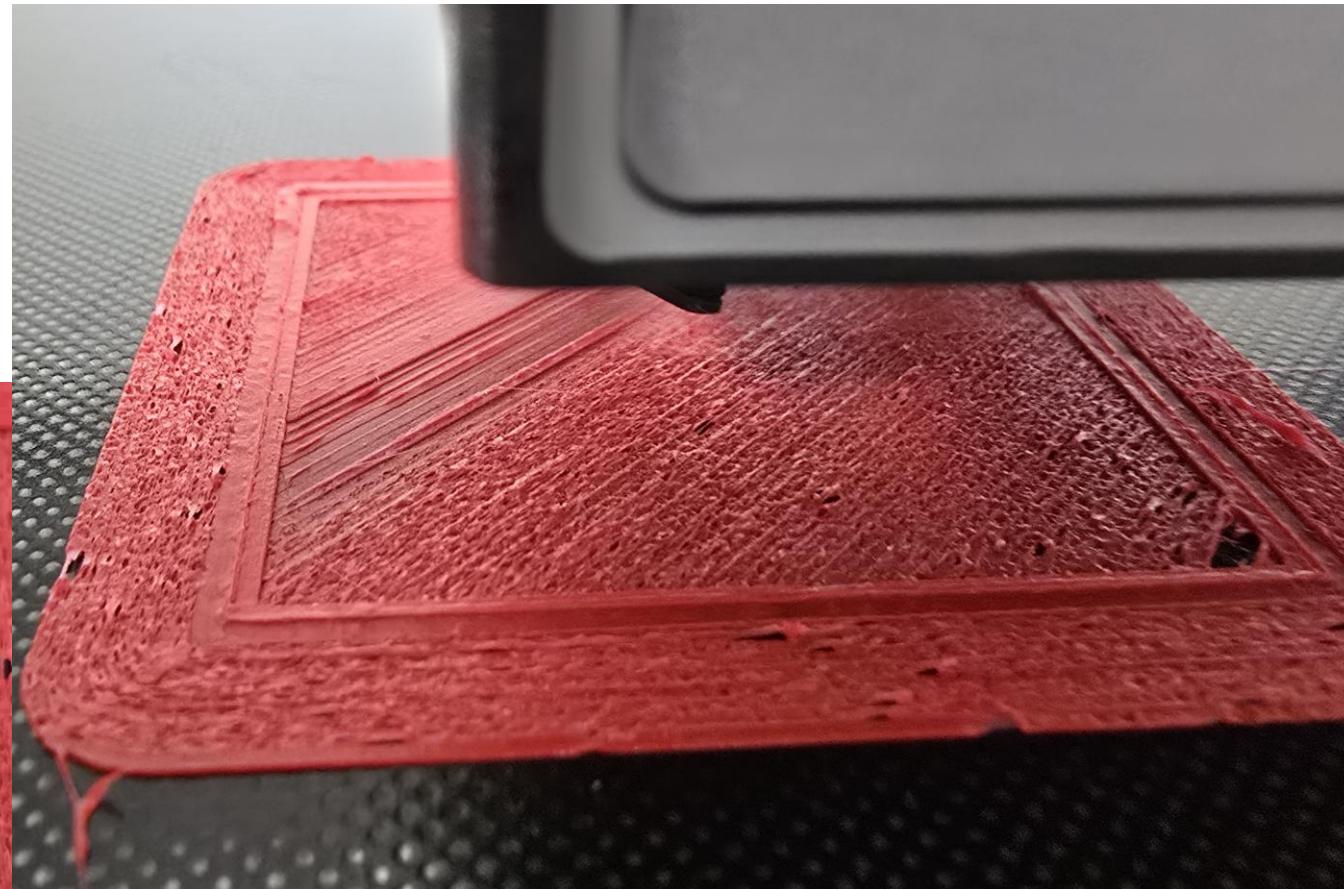
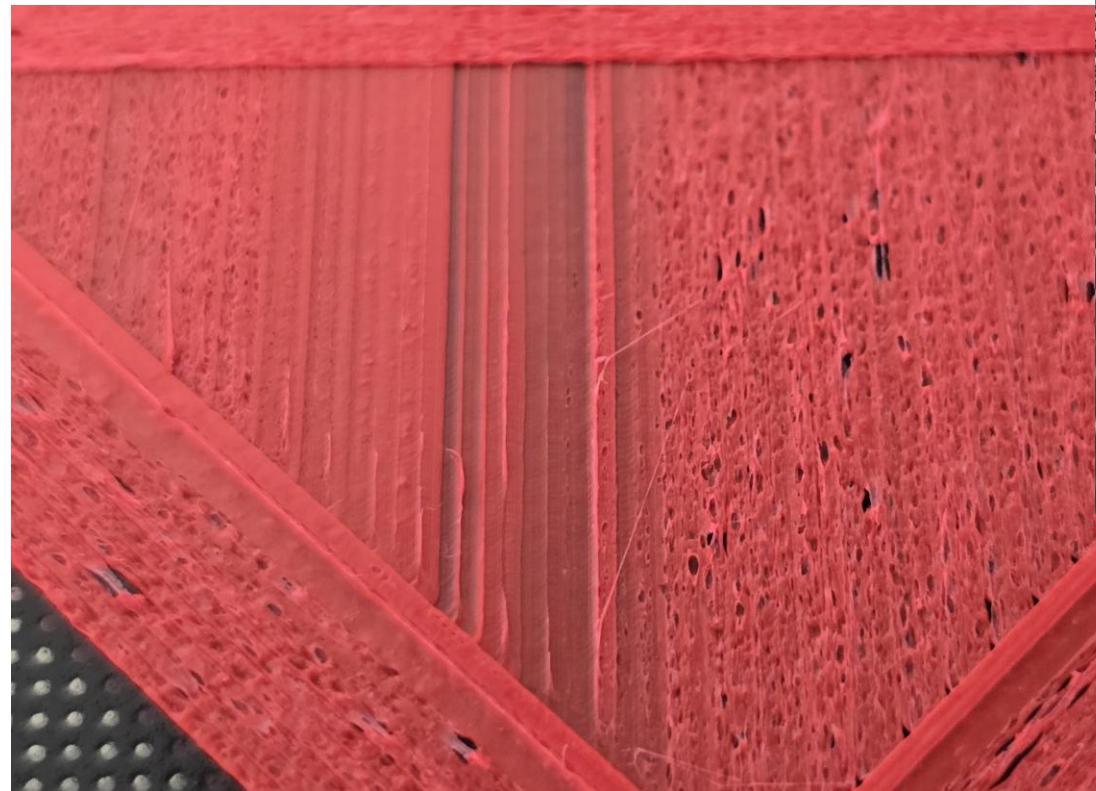
1. Düsenvergleich

Probleme beim Vorgehen –
Unterextrusion



1. Düsenvergleich

- Probleme beim Vorgehen – Unterextrusion

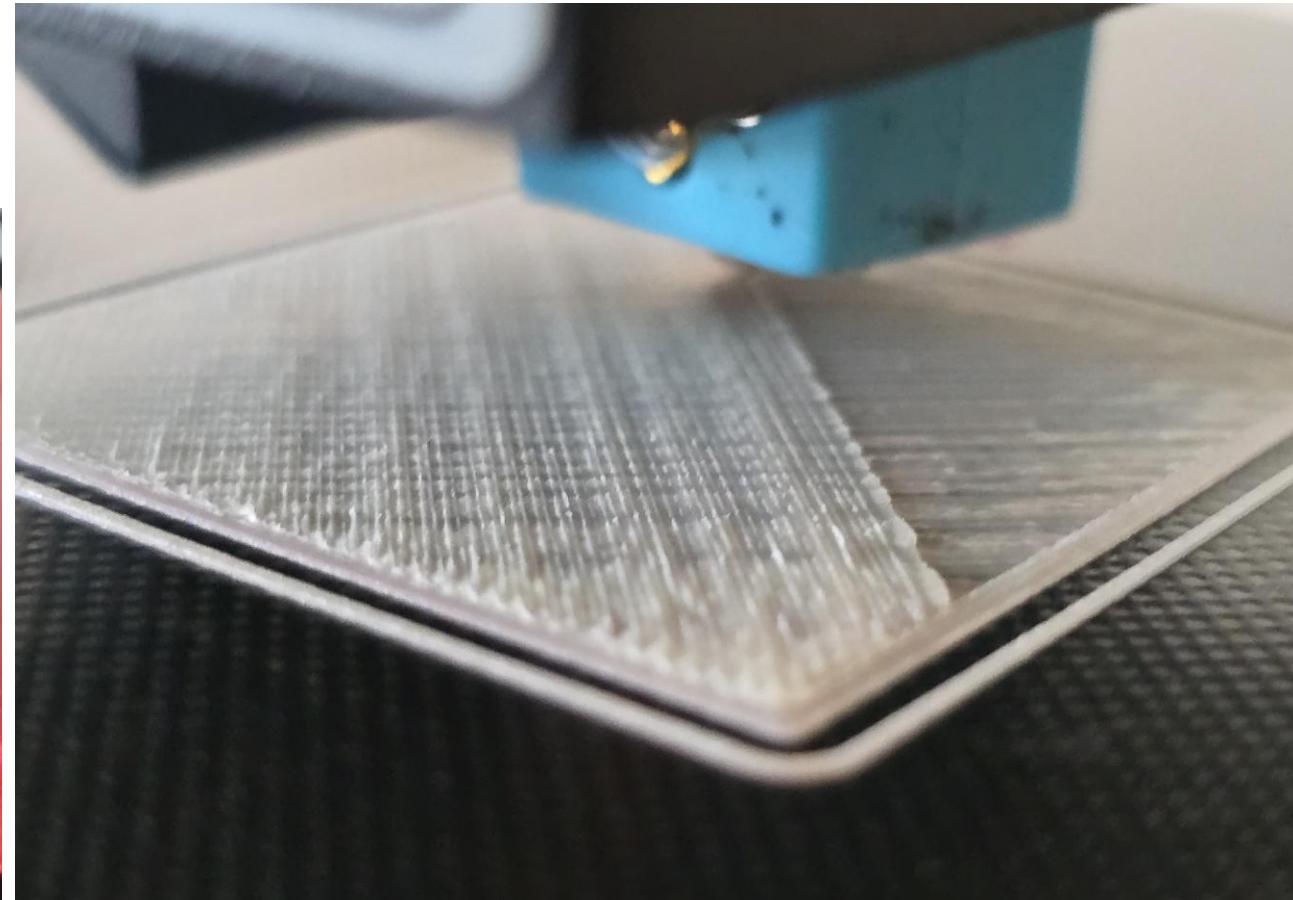
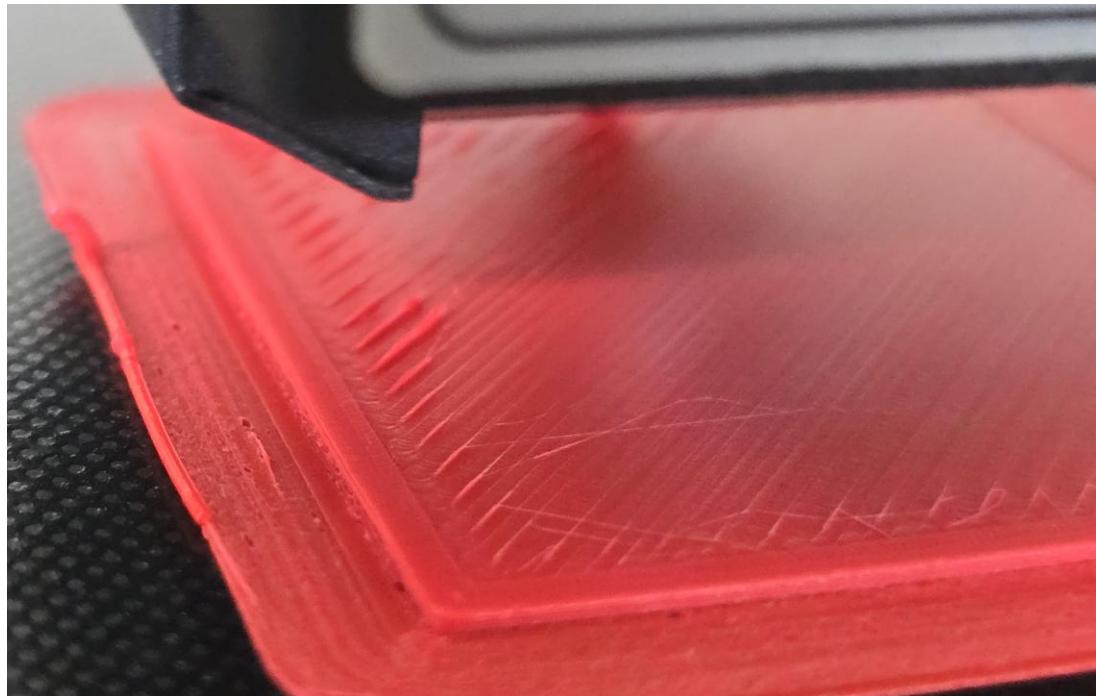


1. Düsenvergleich

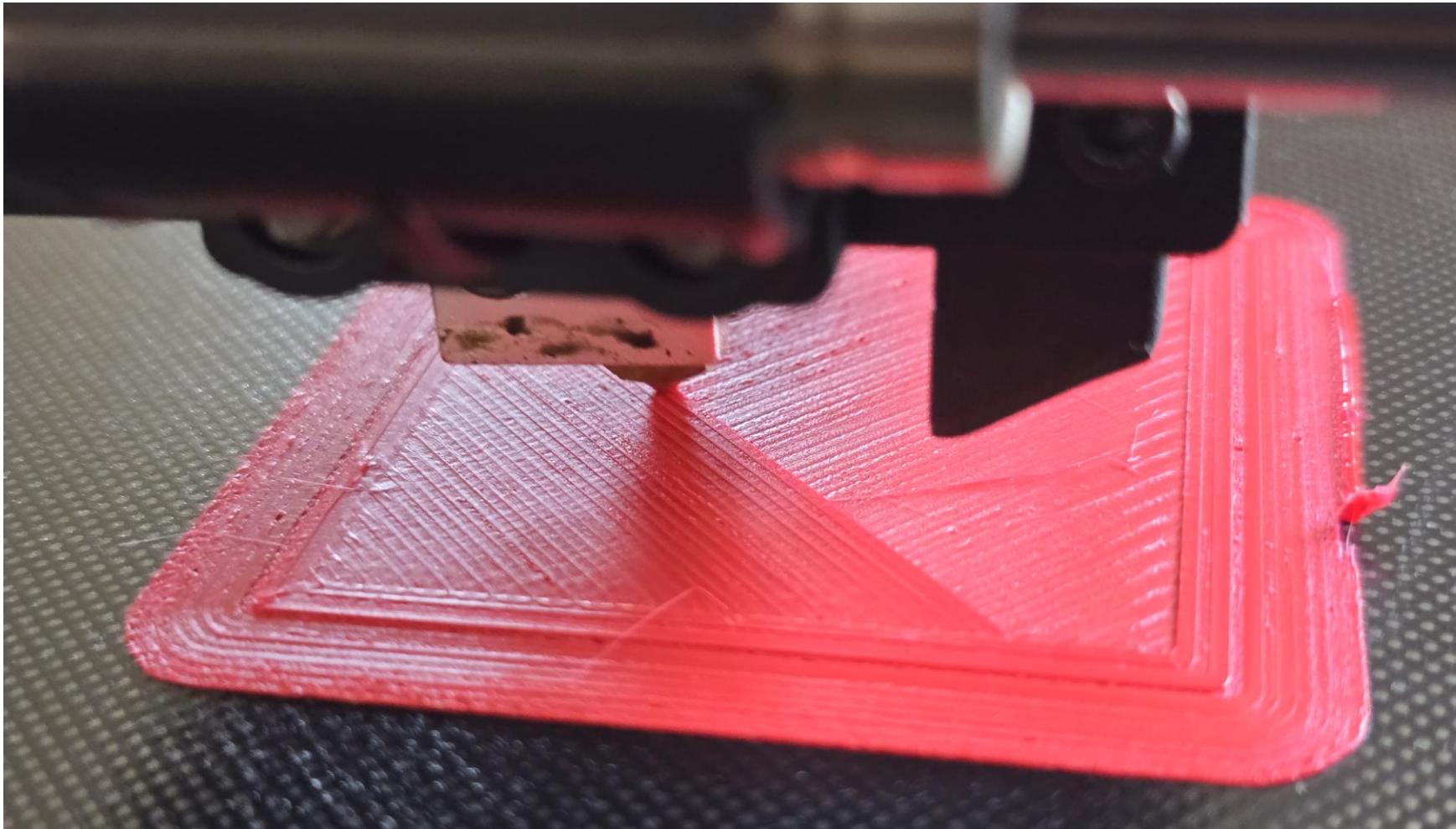


1. Düsenvergleich

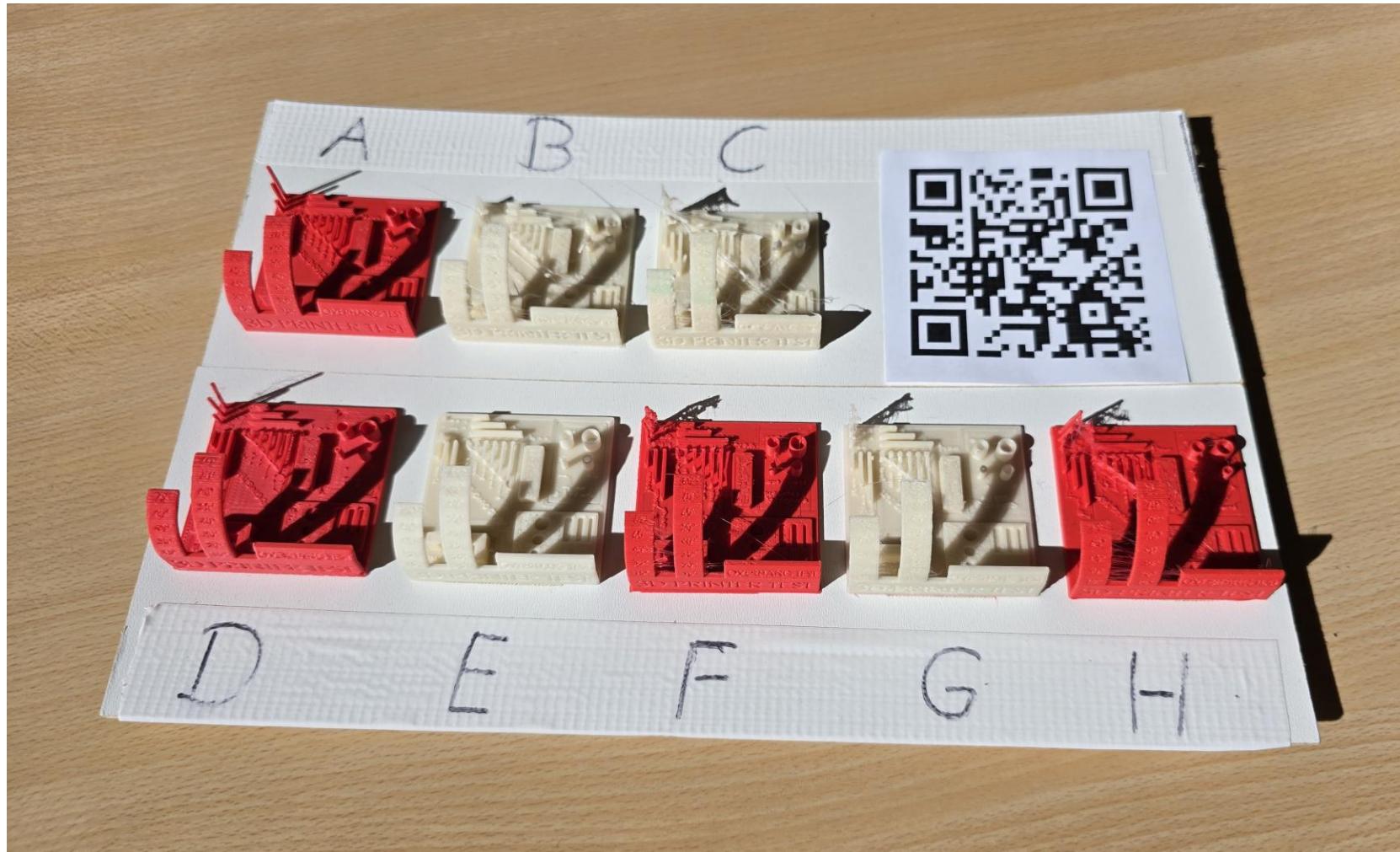
- Probleme beim Vorgehen –
Überextrusion



1. Düsenvergleich

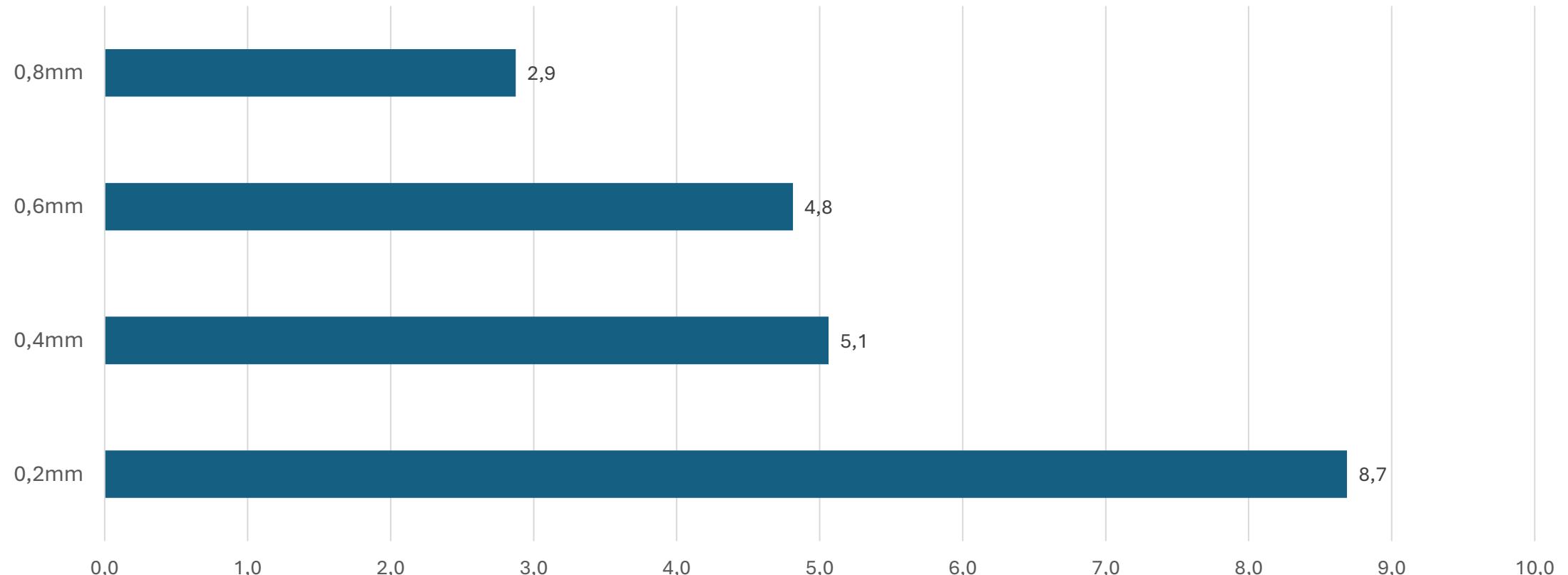


1. Düsenvergleich



1. Düsenvergleich

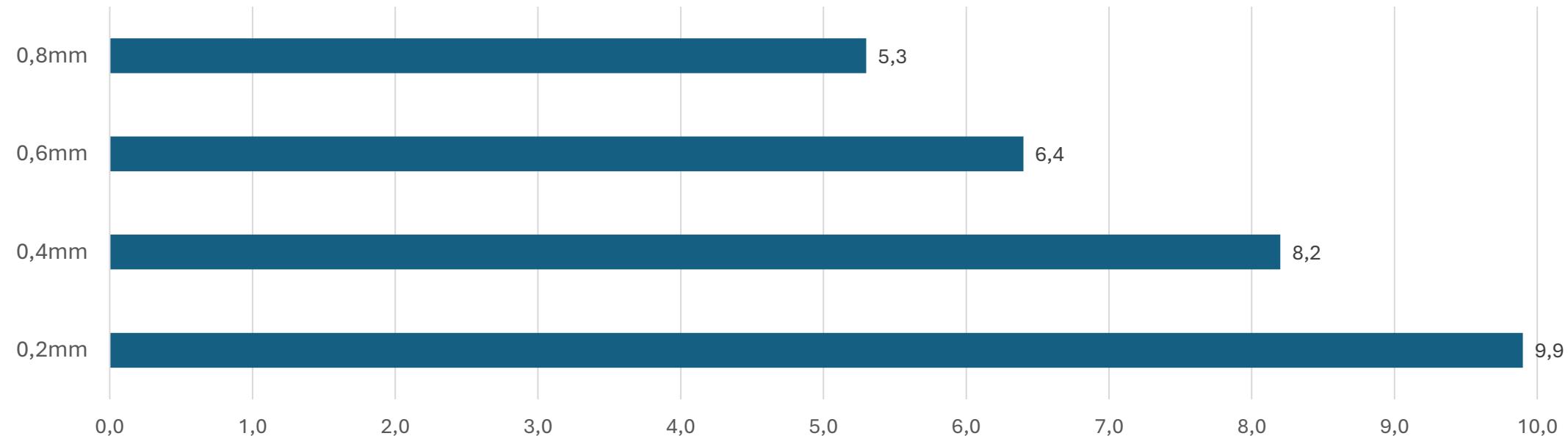
Subjektive Laienbewertung - Düsenvergleich



1. Düsenvergleich

	Düsenvergleich	Subjektive Eigenbewertung						
		Stringing	Materialansammlungen	Bridge	Überhang unterseite	Oberfläche	Schrift	Layerverschiebung
0,8 mm		3	2	10	8	7	1	10
0,6 mm		6	4	10	7	8	3	10
0,4 mm		8	7	9	8	9,5	7	9
0,2 mm		10	10	10	10	10	9	10

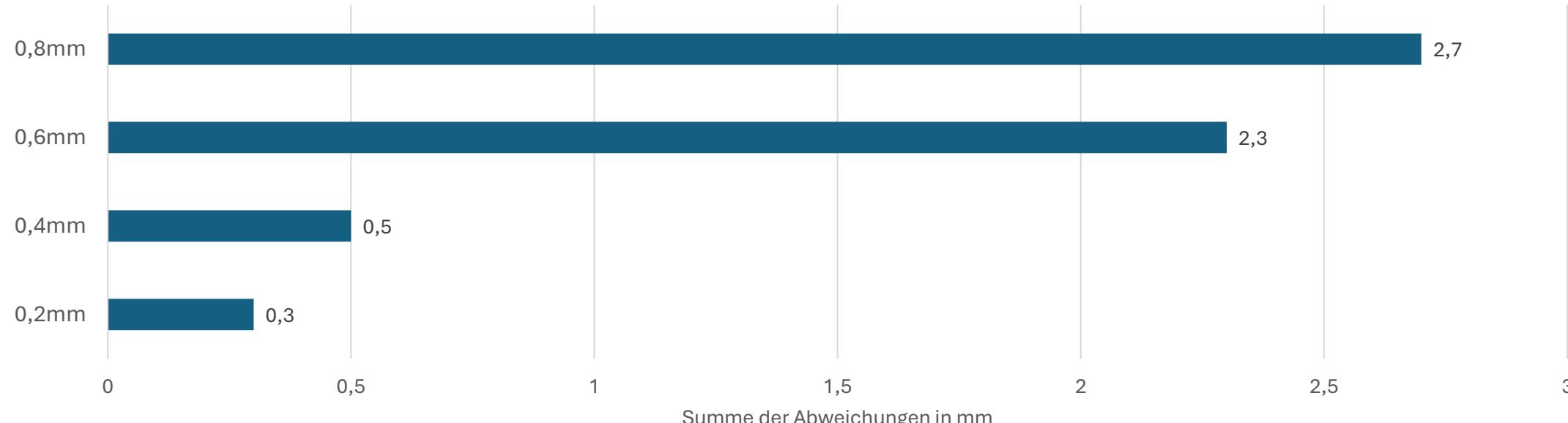
Subjektive Eigenbewertung - Düsenvergleich



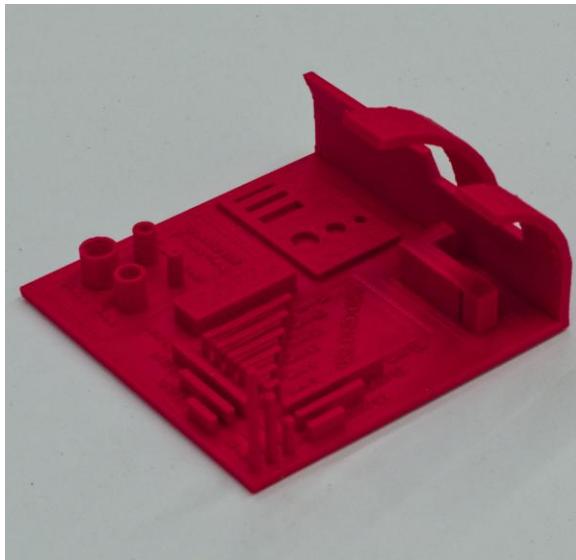
1. Düsenvergleich

	Objektive Bewertung											
	Zylinder - Durchmesser					- höhe		Bridge - längte			- Breite	Forntwand
soll	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	5 mm	5 mm	10 mm	15 mm	1 mm	1,6 mm		
0,8 mm		2,6	3,4	4,5	5,3	5,05	5,05	9,95	15,10	1,40	1,80	
0,6 mm		2,2	3,1	4,2	5,1	5,00	4,6	9,6	14,6	1,4	1,7	
0,4 mm		2,00	2,95	4,00	4,95	5,05	5,05	9,85	14,80	1,00	1,60	
0,2 mm		2,0	3,0	4,0	5,0	5,05	5,15	10,0	15,0	1	1,6	

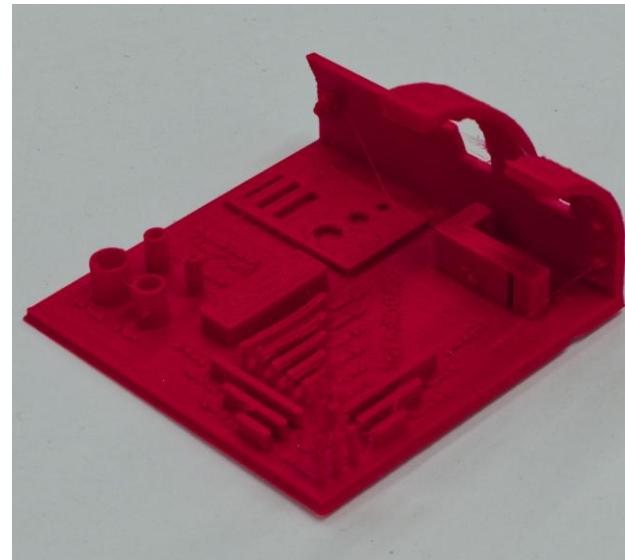
Objektive Bewertung - Düsenvergleich



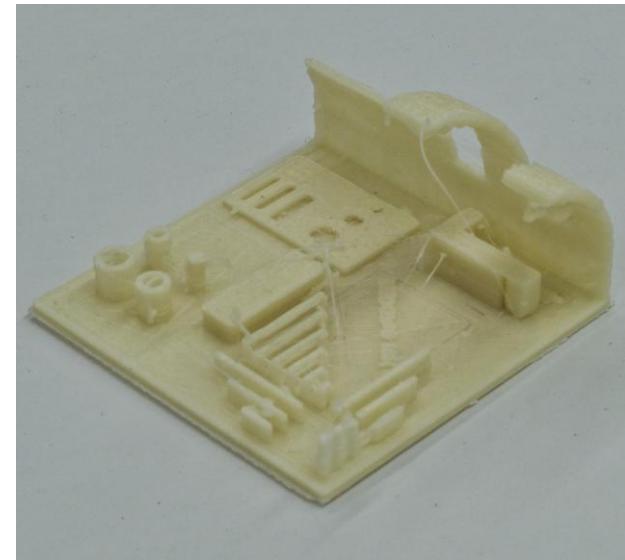
1. Düsenvergleich



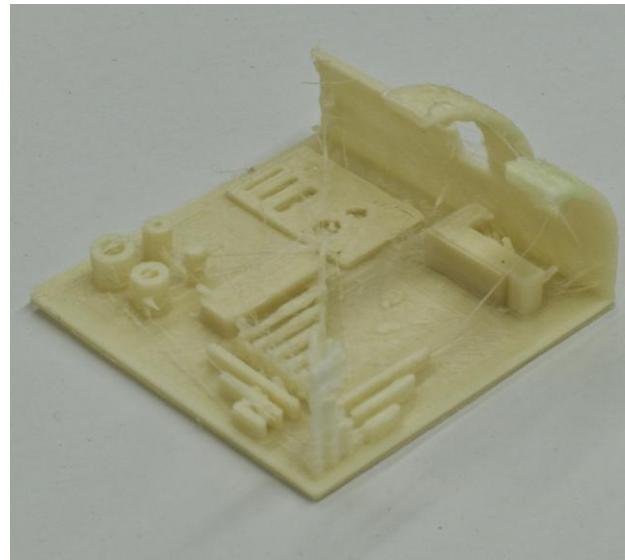
0,2 mm Düse



0,4 mm Düse



0,6 mm Düse



0,8 mm Düse

1. Düsenvergleich

Fazit

Düsendurchmesser	Detailtreue	Maßhaltigkeit	Oberflächenqualität	Druckzeit
0,2 mm	★★★★★	★★★★★	★★★★★	2h 40min
0,4 mm	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	1h 33min
0,6 mm	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	1h 10min
0,8 mm	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	55min

2. Slicervergleich

Verglichen werden folgende Slicerprogramme:

- **Cura (von UltiMaker)**
- **PrusaSlicer (von Prusa Research)**
- **OrcaSlicer (Community-Projekt)**
- **Nicht berücksichtigt: Bambu Studio und Simplify3D**

2. Slicervergleich

Bedeutung der Druckerkonfiguration im Slicer

- **Art des Extruders**
- **Funktionen**
- **Bauraum**
- **Firmware**

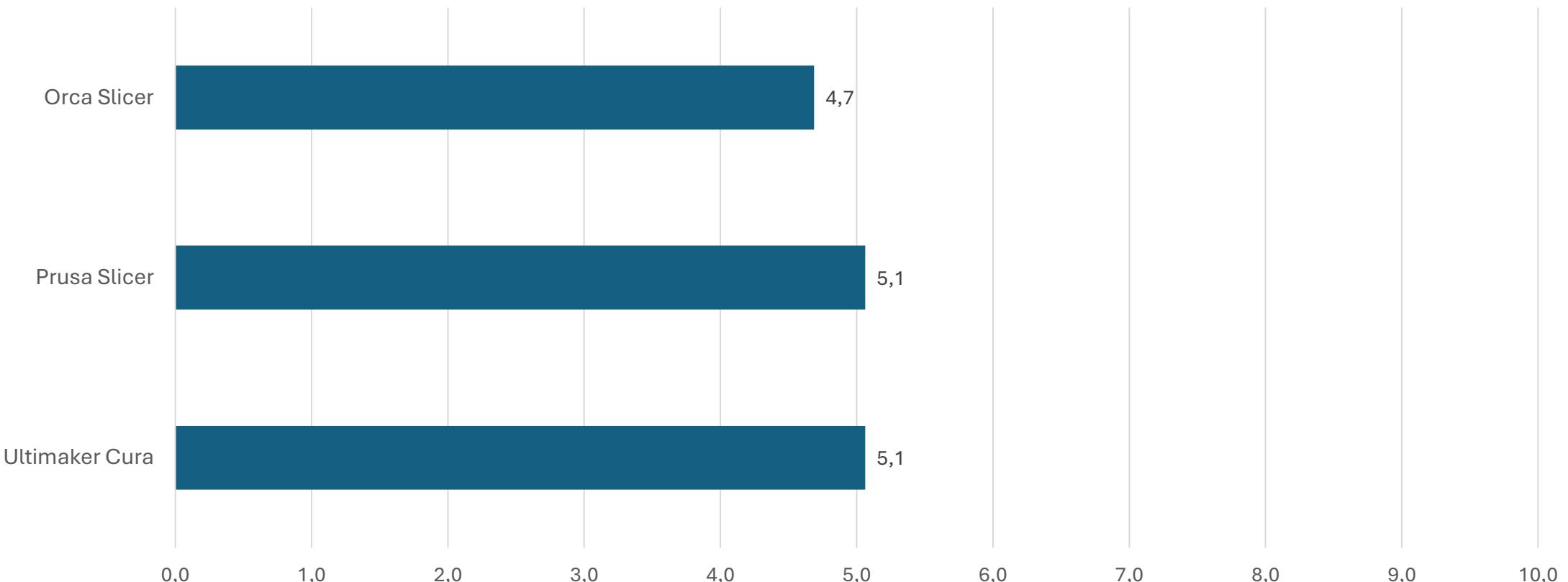
2. Slicervergleich

G-Code Analyse

```
; THUMBNAIL_BLOCK_END  
  
; external perimeters extrusion width = 0.60mm  
; perimeters extrusion width = 0.50mm  
; infill extrusion width = 0.50mm  
; solid infill extrusion width = 0.50mm  
; top infill extrusion width = 0.35mm  
; first layer extrusion width = 0.42mm  
  
; EXECUTABLE_BLOCK_START  
M73 P0 R5  
M201 X3000 Y2000 Z60 E10000  
M203 X500 Y500 Z8 E30  
M204 P1250 R1250 T1250  
M205 X10.00 Y10.00 Z0.40 E5.00 ; sets the jerk limits, mm/sec  
;TYPE:Custom  
G90 ; use absolute coordinates  
M83 ; extruder relative mode  
M204 P1250 R1250 T1000  
M104 S230 ; set extruder temp  
M140 S60 ; set bed temp  
G28 ; home all  
G1 Y1.0 Z0.3 F10800 ; move print head up  
M190 S60 ; wait for bed temp  
M109 S230 ; wait for extruder temp  
G92 E0.0  
; initial load  
G1 X205.0 E19 F1000
```

2. Slicervergleich

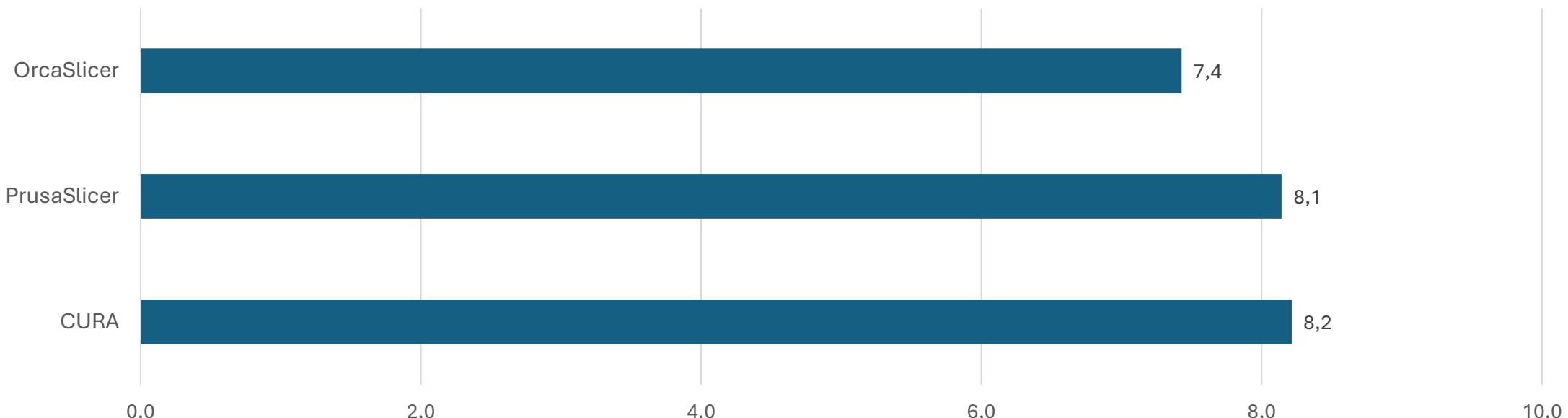
Subjektive Laienbewertung - Slicervergleich



2. Slicervergleich

	Subjektive Eigenbewertung								
	Stringing	Materialansammlungen	Bridge	Überhang unterseite	Oberfläche	Schrift	Layerverschiebung		Durchschnitt
CURA	9	7	8	8	9,5	7	9		8,2
PrusaSlicer	8	9	7	9	9	5	10		8,1
OrcaSlicer	7	8	7	7	9	5	9		7,4

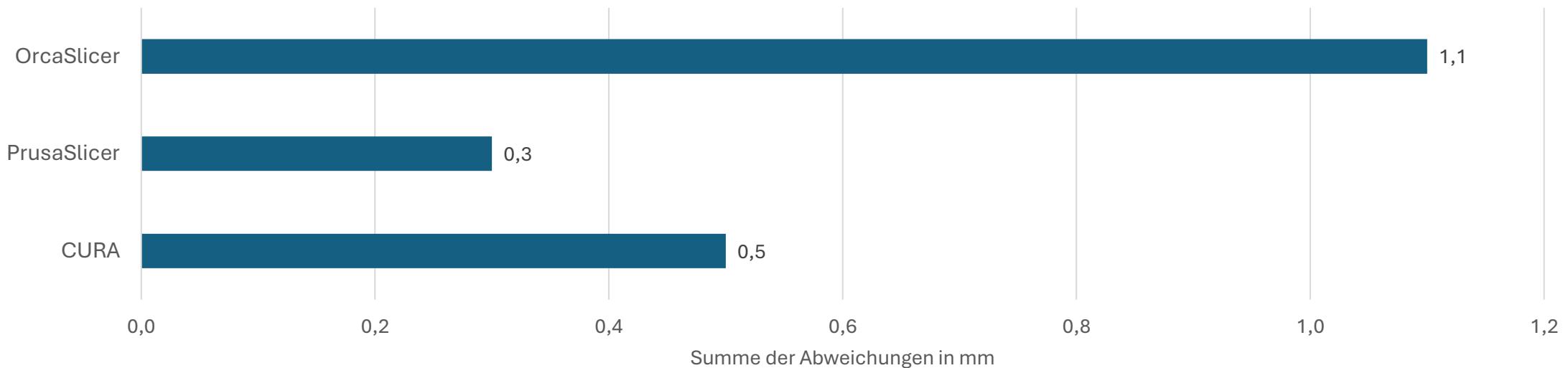
Subjektive Eigenbewertung - Slicervergleich



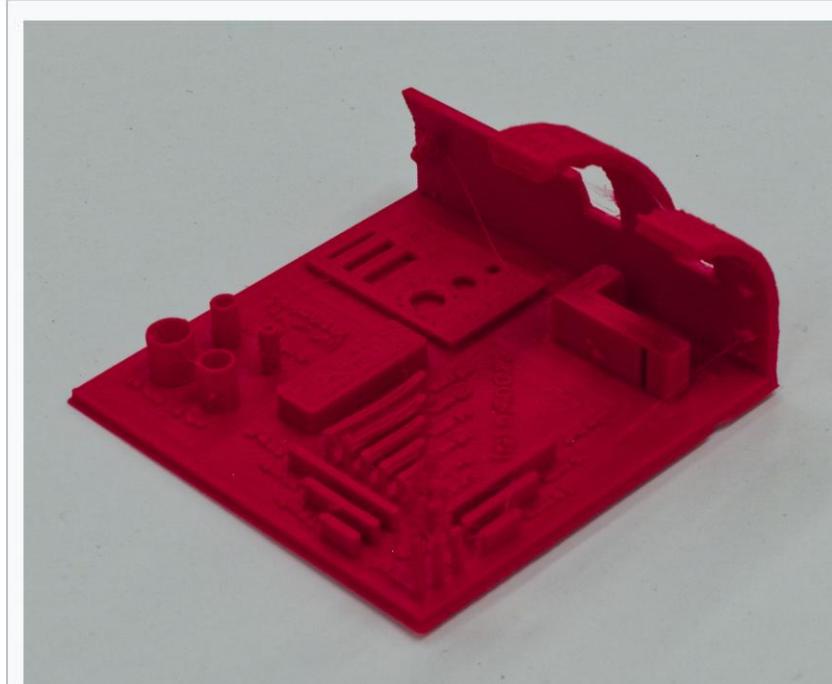
2. Slicervergleich

		Objektive Eigenbewertung												
		Zylinder - Durchmesser				- höhe		Bridge - längte		- Breite		Forntwand		Summe
soll	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	5 mm	5 mm	10 mm	15 mm	1 mm	1,6 mm				
i3 mega S		2,00	2,95	4,00	4,95	5,05	5,05	9,85	14,80	1,00	1,60			0,5
PRUSAslicer		2,00	3,00	3,95	4,95	5,00	5,10	10,00	14,90	1,00	1,55			0,3
ORCAslicer		1,85	2,80	3,85	4,80	5,00	5,00	9,80	14,80	1,00	1,60			1,1

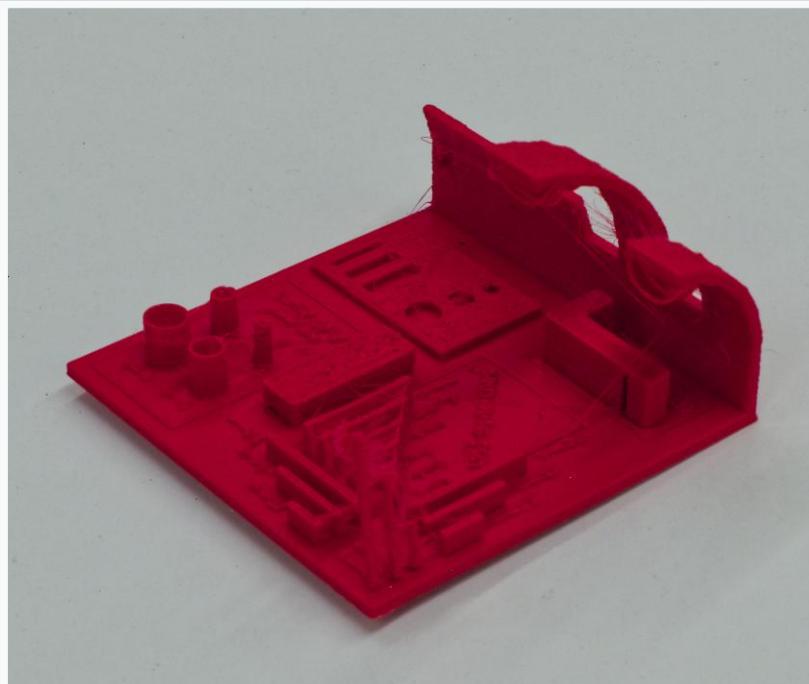
Objektive Bewertung - Slicervergleich



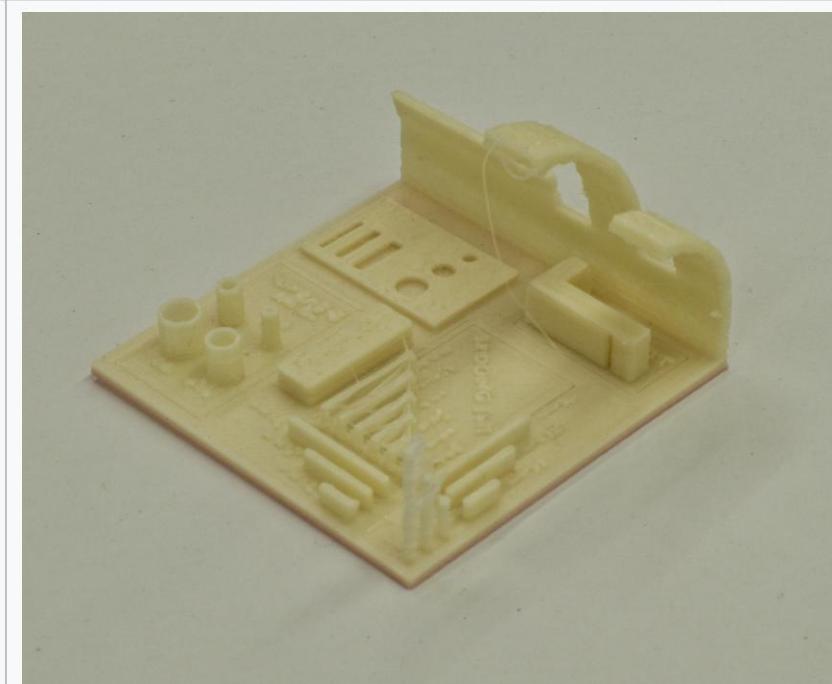
2. Slicervergleich



Cura



OrcaSlicer



PrusaSlicer

2. Slicervergleich

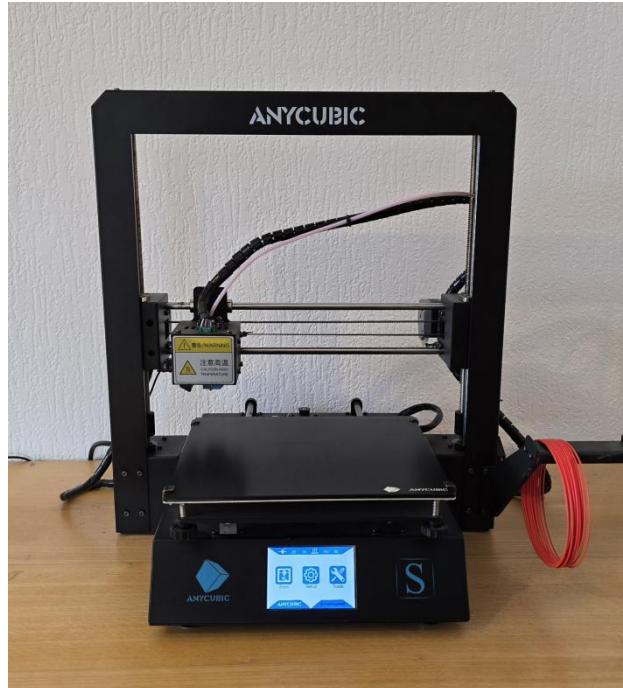
Fazit

Slicer	Detailtreue	Maßhaltigkeit	Oberflächenqualität
Cura	★★★★★☆	★★★★★☆	★★★★★☆
PrusaSlicer	★★★★★☆	★★★★★☆	★★★★★☆
OrcaSlicer	★★★★★☆	★★★★★☆	★★★★★☆

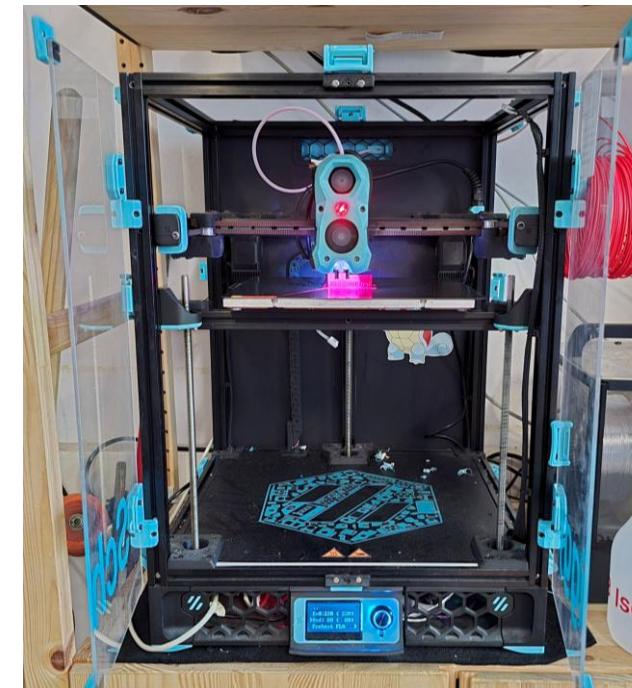
3. Druckervergleich

Die verglichenen Drucker:

Anycubic i3 mega S



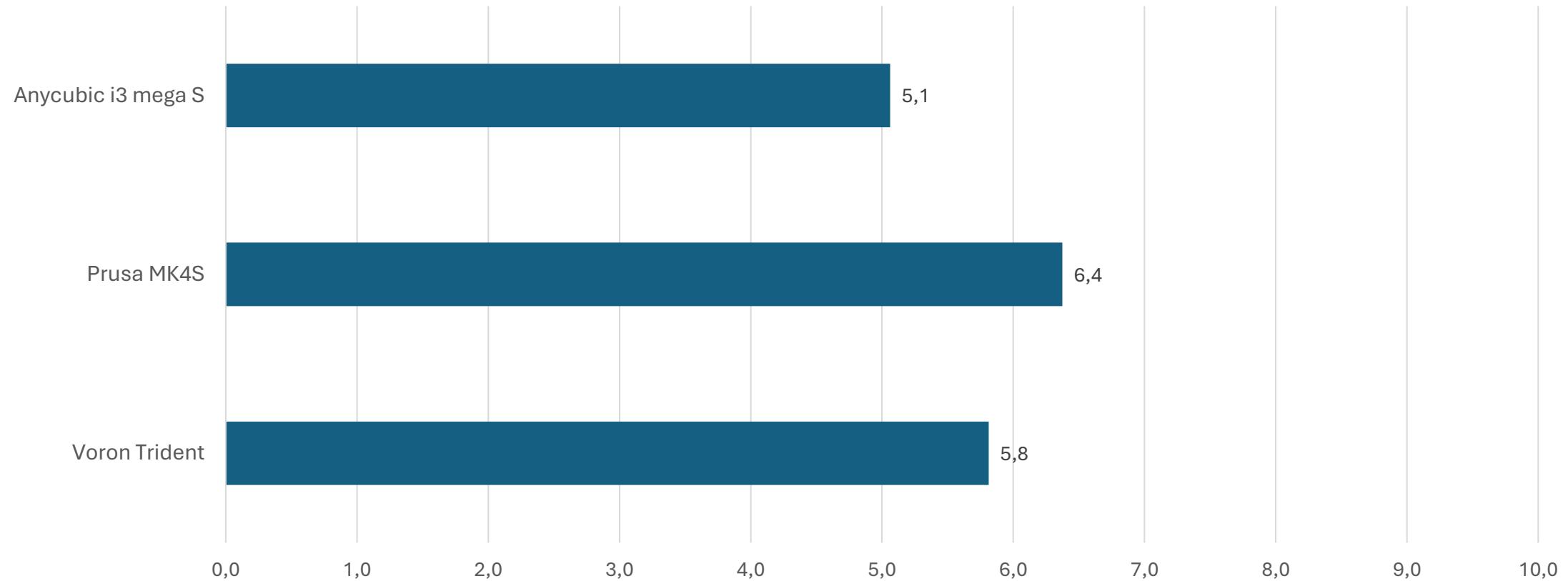
Copymasters3D Voron Trident



Prusa MK4s

3. Druckervergleich

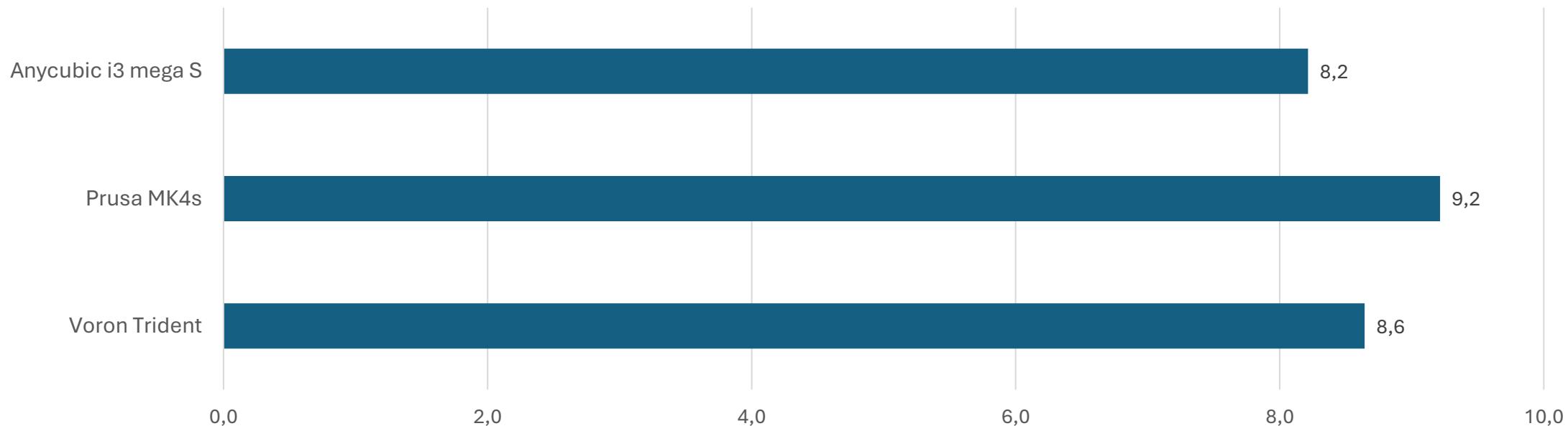
Subjektive Laienbewertung - Druckervergleich



3. Druckervergleich

	Druckervergleich	Subjektive Eigenbewertung								Durchschnitt
	Stringing	Materialansammlungen	Bridge	Überhang unterseite	Oberfläche	Schrift	Layerverschiebung			
Voron Trident	8	10	9,5	10	8	9,5	5	10		8,6
Prusa MK4s	9,5	10	10	10	9	6	10			9,2
Anycubic i3 mega S	9	7	8	8	9,5	7	8			8,2

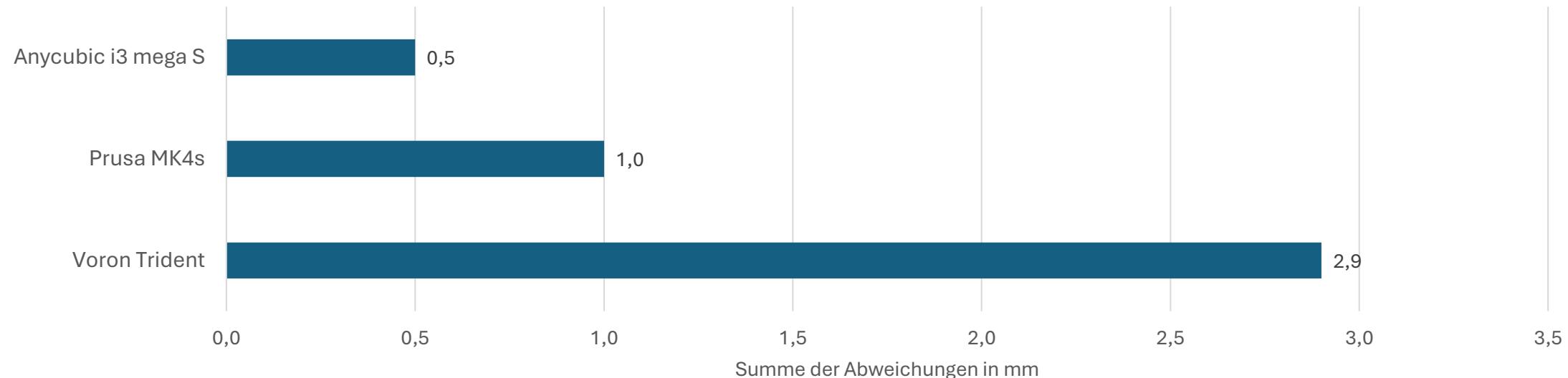
Subjektive Eigenbewertung - Druckervergleich



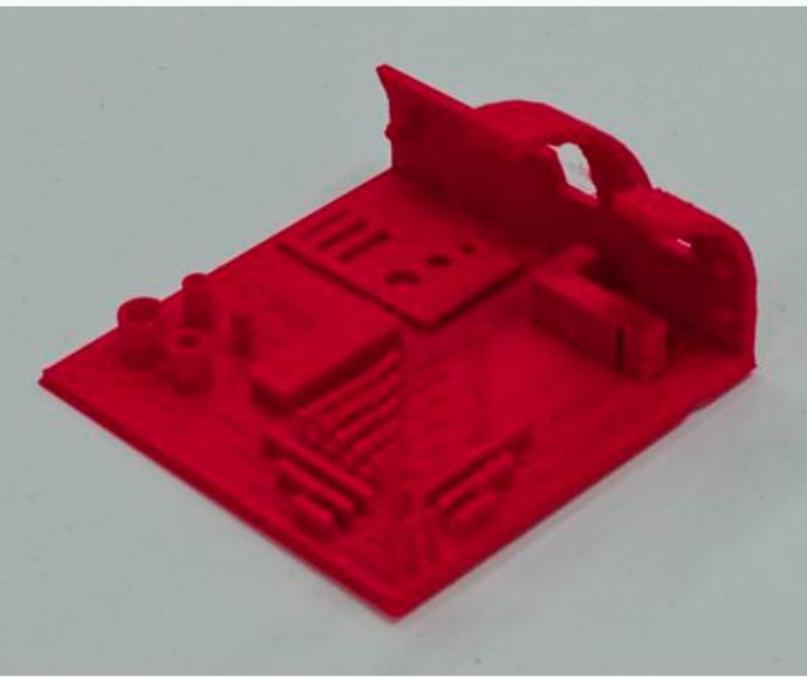
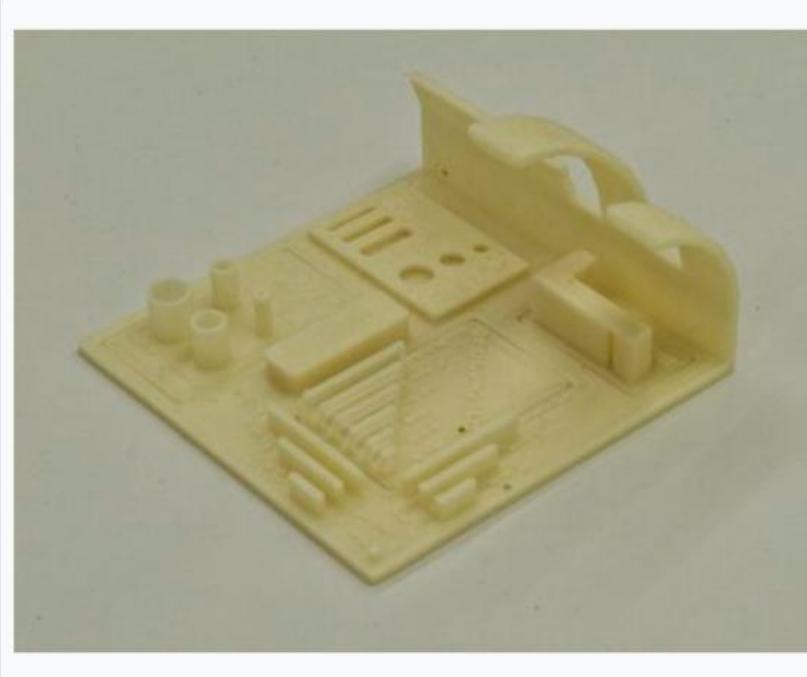
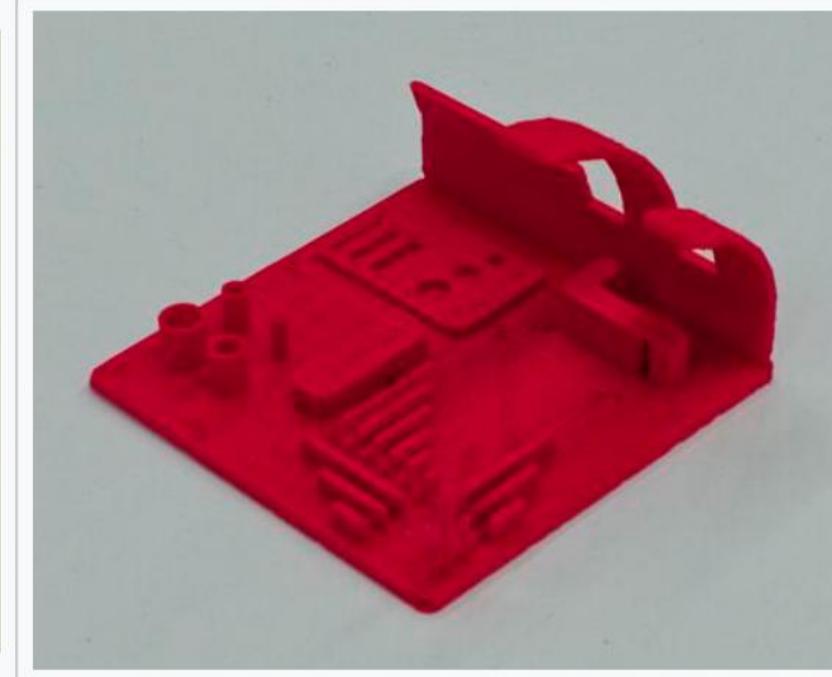
3. Druckervergleich

	Objektive Eigenbewertung											
	Zylinder - Durchmesser				- höhe		Bridge - längte		- Breite	Forntwand	Summe	
soll	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	5 mm	5 mm	10 mm	15 mm	1 mm	1,6 mm		
Voron Trident	1,90	2,85	3,80	4,90	5,00	4,45	9,20	14,10	1,00	1,70	2,9	
Prusa MK4s	1,85	2,80	3,90	4,90	5,10	4,95	9,90	14,90	1,00	1,50	1,0	
Anycubic i3 mega S	2,00	2,95	4,00	4,95	5,05	5,05	9,85	14,80	1,00	1,60	0,5	

Objektive Bewertung - Druckervergleich



3. Druckervergleich

		
Anycubic i3 Mega S	Prusa MK4S	Copymaster3D Voron Trident

3. Druckervergleich

Fazit

Drucker	Detailtreue	Maßhaltigkeit	Oberflächenqualität
Voron Trident	★★★★★☆	★★☆☆☆☆	★★★★★☆
Prusa MK4S	★★★★★☆	★★★★★☆☆	★★★★★★
Anycubic i3 Mega S	★★★★★☆	★★★★★☆☆	★★★★★★

Zusammenfassung und Ausblick

Düsenvergleich

- Zeitersparnis möglich auf Kosten der Druckqualität
- Wechsel mit Aufwand verbunden

Slicervergleich

- Alle Slicer haben ihre Berechtigung
- Richten sich an unterschiedliche Anwender

Druckervergleich

- Deutliche Qualitäts- und Geschwindigkeitsunterschiede

Ausblick

- Aussagekräftigere Ergebnisse durch mehrere Prints pro Testszenario
- Vollen Funktionsumfang nutzen bei Slicervergleich

Nachweis der Bauteilfestigkeit und Untersuchung der Einflüsse auf die Bauteilfestigkeit

Maximilian Wimmer

Hochschule München – FK03

SEB

Agenda

- Ziel
- Prüfmethoden und -bauteile
- Versuchsplan
- Prüfergebnisse Referenzbauteile
- Prüfergebnisse Bauteile mit Einfluss
 - Wasser
 - Chemie
 - Temperatur
 - Thermische Zyklen
 - Thermisches Aufheizen
- Gesamtfazit
- Ausblick

Ziel

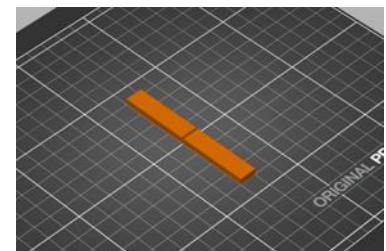
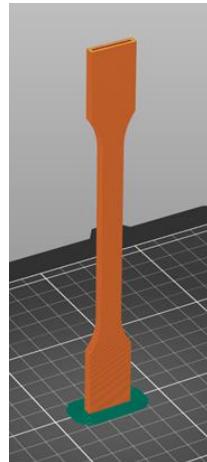
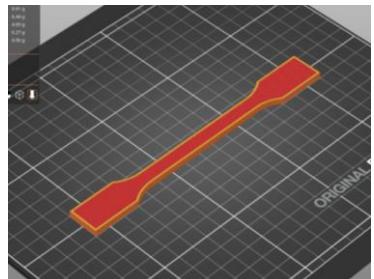
- Mechanische Belastbarkeit von 3D-Druckteilen testen
 - Material: GreenTEC Pro
- Einflüsse in Kaffeemaschine
 - Wasser
 - Hitze
 - Chemie (Reinigungsmittel)



Abbildung 1: http://www.institut-fuer-kafeetechnologie.de/Wiki/images/thumb/a/a6/20250219_Glasboilermaschine.jpg/1000px-20250219_Glasboilermaschine.jpg
(Copyright Armin Rohnen)

Prüfmethoden und -bauteile

Zugprüfung	Schlagbiegeprüfung	Zugprobe (XY-Richtung)	Zugprobe (Z-Richtung)	Schlagbiegeprobe
Zugfestigkeit und E-Modul	Schlagzähigkeit	Flachgedruckt XY-Stabilität	Hochkant gedruckt Z-Stabilität	Flachgedruckt



Versuchsplan

	Zugversuch (XY-Richtung)	Zugversuch (Z-Richtung)	Schlagbiegeversuch
Ohne Einflüsse / Referenz	6	3	3
Wasser (Wasseraufnahme)	3	1	3
Chemie (Reinigungsmittel)	3	2	3
Temperatur (Thermische Zyklen)	3	1	3
Temperatur (Thermisches Aufheize)	3	0	3

Referenz (Zugprüfung)

Gründe:

- Schwankende Qualität von 3D-Druck
- Optimistische/Ideale Werte
- Datenblatt verwendet Spritzguss

Prüfergebnisse:

Legende	Bezeichnung Unterserie 1	Proben-Nr. in Unterserie	E_t	σ_y	ε_y	σ_{m_2}	ε_{m_2}	σ_b	ε_b	σ_{tb}	ε_{tb}
			MPa	MPa	%	MPa	%	MPa	%	%	%
Orange	Ohne Einflüsse	1	3897	41,9	2,06	41,9	2,06	34,4	-	3	
Cyan		2	3707	39,2	2,01	39,2	2,01	28,0	-	3	
Brown		3	3864	40,0	2,00	40,0	2,00	34,1	-	3	
Yellow		4	3835	41,0	2,05	41,0	2,05	32,5	-	4	
Purple		5	3841	40,6	2,00	40,6	2,00	33,2	-	3	
Gold		6	3831	40,2	2,02	40,2	2,02	29,8	-	4	
Blue	Ohne Einflüsse Z-Richtung	1	2763	-	-	-	-	16,5	0,7	1	
Teal		2	2794	-	-	-	-	17,3	0,7	1	
Black		3	1809	-	-	-	-	20,2	1,4	1	

Parameter	Laborversuch	Datenblatt	Veränderung
E -Modull E_t (MPa)	~3829	4300	↓ ca. 12,3 %
Streckgrenze σ_y (MPa)	~40,5	58	↓ ca. 30,2 %
Streckdehnung ε_y (%)	~2,02	2,8	↓ ca. 27,9 %
Bruchspannung σ_b (MPa)	~32	53	↓ ca. 39,6 %
Technische Bruchdehnung ε_{tb} (%)	3,5	3,4	≈ Gleich

Referenz (Schlagbiegeprüfung)

Datenstand	Kerbschlagzähigkeit
Datenblatt	4 kJ/m ²
Versuch V1	14,3 kJ/m ²
Versuch V2	9,95 kJ/m ²



- Scharnierbruch durch Layeraufbau von 3D-Druck
- Schlagbiegeversuch nicht für 3D-Druck geeignet

Einfluss von Wasser

- Proben wurden für etwa 11 Tage in ein Wasserbad gelegt
- Anschließend vermessen und geprüft
- Ergebnisse
 - Hohe Resistenz in Bezug auf Wasseraufnahme
 - Leichte Einbußen in Festigkeit und Steifigkeit
 - Empfehlenswert für Anwendungen im Wasser

Parameter	Ohne Einfluss	Nach Wasseraufnahme	Veränderung
E-Modull E_t (MPa)	~3829	~3417	↓ ca. 12 %
Streckgrenze σ_y (MPa)	~40,5	~36,5	↓ ca. 10 %
Streckdehnung ε_y (%)	~2,02	~2,05	≈ Gleich
Bruchspannung σ_b (MPa)	~32	~26,1	↓ ca. 18 %
Technische Bruchdehnung ε_{tb} (%)	3–4	3–4	≈ Gleich

Einfluss von Chemikalien

- Versuchsaufbau:
 - Datenblatt warnt vor Kontakt mit starken Oxidationsmitteln
 - Chlor fällt unter diese Kategorie (häufig in Putzmitteln)
 - 15 min in starke Chlorlösung gelegt
- Ergebnisse:
 - Eindeutige Mechanische Veränderungen
 - Festigkeit und Steifigkeit sinken
 - Doch für „worst-case“, nicht zu schlimm
 - Für Putzanwendungen auf nicht Oxidationsmittelbasierte verwenden

10. STABILITÄT UND REAKTIVITÄT

STABILITÄT Das Produkt ist bei empfohlenen Lagerbedingungen stabil.

ZU VERMEIDENDE STOFFE Starke Oxidationsmittel.

Abbildung 2:
https://www.igo3d.com/mediafiles/Sonstiges/Extruder/Materialsicherheitsdatenblatt_MSDS/DE/201906_MSDS_GreenTECPro_DE.pdf

Parameter	Ohne Einfluss	Nach Lösung	Veränderung
E-Modull E_t (MPa)	~3829	~2336	↓ ca. 39 %
Streckgrenze σ_y (MPa)	~40,5	~32,6	↓ ca. 20 %
Streckdehnung ε_y (%)	~2,02	~2,57	↑ ca. 27 %
Bruchspannung σ_b (MPa)	~32	~21,6	↓ ca. 33 %
Technische Bruchdehnung ε_{tb} (%)	3,3	6,4	↑ ca. 80 %

Einfluss von Temperatur (Thermische Zyklen)

Parameter	Ohne Einfluss	Nach therm. Zyklen	Veränderung
E-Modull E_t (MPa)	~3829	~2547	↓ ca. 33,5 %
Streckgrenze σ_y (MPa)	~40,5	~29,3	↓ ca. 28 %
Bruchspannung σ_b (MPa)	~32	~28	↓ ca. 12,5 %
Technische Bruchdehnung ε_{tb} (%)	3,3	2	↓ ca. 40 %



- Versuchsaufbau:
 - Proben wurden 20-mal für 5 min in Kochendes Wasser gelegt
 - Nach jedem Aufwärmen wurden sie langsam an der Luft abgekühlt
- Ergebnisse:
 - Je nach Orientierungsrichtung unterschiedliche Ergebnisse
 - Bauteile in Z-Richtung werden spröde
 - Vollständiger Bruch bei Schlagbiegeversuchen
 - Bauteile in XY-Richtung verlieren an Steifigkeit und Festigkeit
 - Funktionsfähigkeit wird größtenteils beibehalten, Orientierungsrichtung wird wichtig

Einfluss von Temperatur (Thermisches Aufheizen) - Versuchsaufbau

- Datenblatt nennt drei versch. Relevante Temperaturen
- Erfahrung der bisherigen Versuche zeigt, 3D-Druck verhält sich nicht nach Datenblatt
- Kaffeemaschine-Boiler Temperatur rund 130°C (1300-1500mbar)
- Aufheizen der Bauteile auf 135°C für realitätsnahe Ergebnisse

3. EIGENSCHAFTEN

TEST	METHODE	EINHEIT	WERT
Zug E-Modul	ISO 527	MPa	4300
Zugfestigkeit	ISO 527	MPa	58
Zugdehnung	ISO 527	%	2.8
Bruchspannung	ISO 527	MPa	53
Kerbschlagzähigkeit	ISO 179/1eA	kJ/m ²	4
Ungekerbte Schlagzähigkeit	ISO 179/1eU	kJ/m ²	71
VICAT A (VST)	ISO 306	°C	160*
Schmelztemperatur	ISO 3146-C	°C	180-200
MFR	ISO 1133	g/10min	9
HDT/B	ISO 75	°C	115*
Schwindung	ISO 294-4	%	0.4
Dichte	ISO 1183	g/cm ³	1.35

Abbildung 3:

https://www.igo3d.com/mediafiles/Sonstiges/Extrudr/Technisches%20Datenblatt_TDS/DE/202007_TDS_DE_GreenTEC_Pro.pdf

Einfluss von Temperatur (Thermisches Aufheizen) - Laborergebnisse

- Starke Erweichung des Kunststoffes
 - Z-Proben konnten nicht ohne zu brechen aus Ofen entnommen werden
- Steifigkeit und Festigkeit brechen fast komplett ein
- Kunststoff wird hoch-Duktil
- Schlagbiegeproben erleiden keinen Bruch, verhalten sich „gummiartig“
- Kein konstruktiver Nutzen bei Temperaturbereich
 - Boiler ist auf Druck belastet genauere Untersuchungen nötig



Parameter	Ohne Einfluss	Nach Erhitzung	Veränderung
E-Modull E_t (MPa)	~3829	~67,5	↓ ca. 98 %
Bruchspannung σ_b (MPa)	~32	~3,55	↓ ca. 89 %
Technische Bruchdehnung ε_{tb} (%)	3,3	90,5	↑ ca. 2640 %

Zusammenfassung

- Kunststoff zeigt in Realität schwächere Ergebnisse als auf Datenblatt
- Einfluss
 - Wasser: Gute Wasserresistenz, geringe mech. Einbußen
 - Chemie: Starke Abnahme von mechanischer Festigkeit bei starken Oxidationsmitteln
 - Temperatur:
 - Bei thermischen Zyklen werden Orientierungsrichtungen sehr relevant
 - Thermisches Aufheizen über 130°C bewirkt mechanische Versagen

Ausblick

- GreenTEC Pro bei Thermischen Erhitzen und Druckbelastung testen
- Materialanpassung im Boiler
 - Veränderung von Herstellungsverfahren (Spritzguss)
 - Veränderung von Material (Höhere Temperaturfestigkeit)

Bildquellen

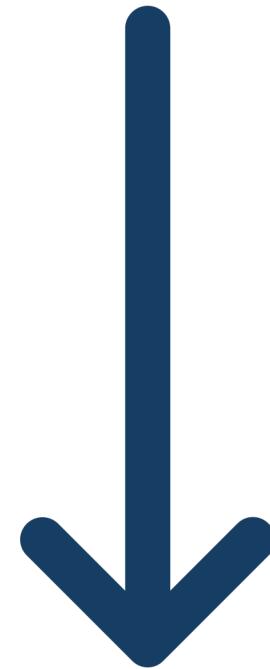
- Abbildung 1: Aktueller Stand der Kaffeemaschine – Bild aus Institut für Kaffeetechnologie Wiki,
http://www.institut-fuer-kaffeetechnologie.de/Wiki/images/thumb/a/a6/20250219_Glasboilermaschine.jpg/1000px-20250219_Glasboilermaschine.jpg, Copyright Armin Rohnen, abgerufen am 28. 06. 2025.
- Abbildung 2: Sicherheitsdatenblatt GreenTEC Pro – PDF extrudr GmbH,
https://www.igo3d.com/mediafiles/Sonstiges/Extrudr/Materialsicherheitsdatenblatt_MSDS/DE/201906_MSDS_GreenTECPro_DE.pdf, abgerufen am 28.06.2025
- Abbildung 3:Technisches Datenblatt GreenTEC Pro – PDF extrudr GmbH,
https://www.igo3d.com/mediafiles/Sonstiges/Extrudr/Technisches%20Datenblatt_TDS/DE/202007_TDS_DE_GreenTEC_Pro.pdf, abgerufen am 28.06.2025
- Alle nicht gekennzeichneten Grafiken und Fotografien, stammen aus eigener Versuchsdokumentation

Laserbeschriftung von PEI Druckplatten und anschließender Prägedruck

Matthias Strohmeier
Hochschule München – FK03
SEB

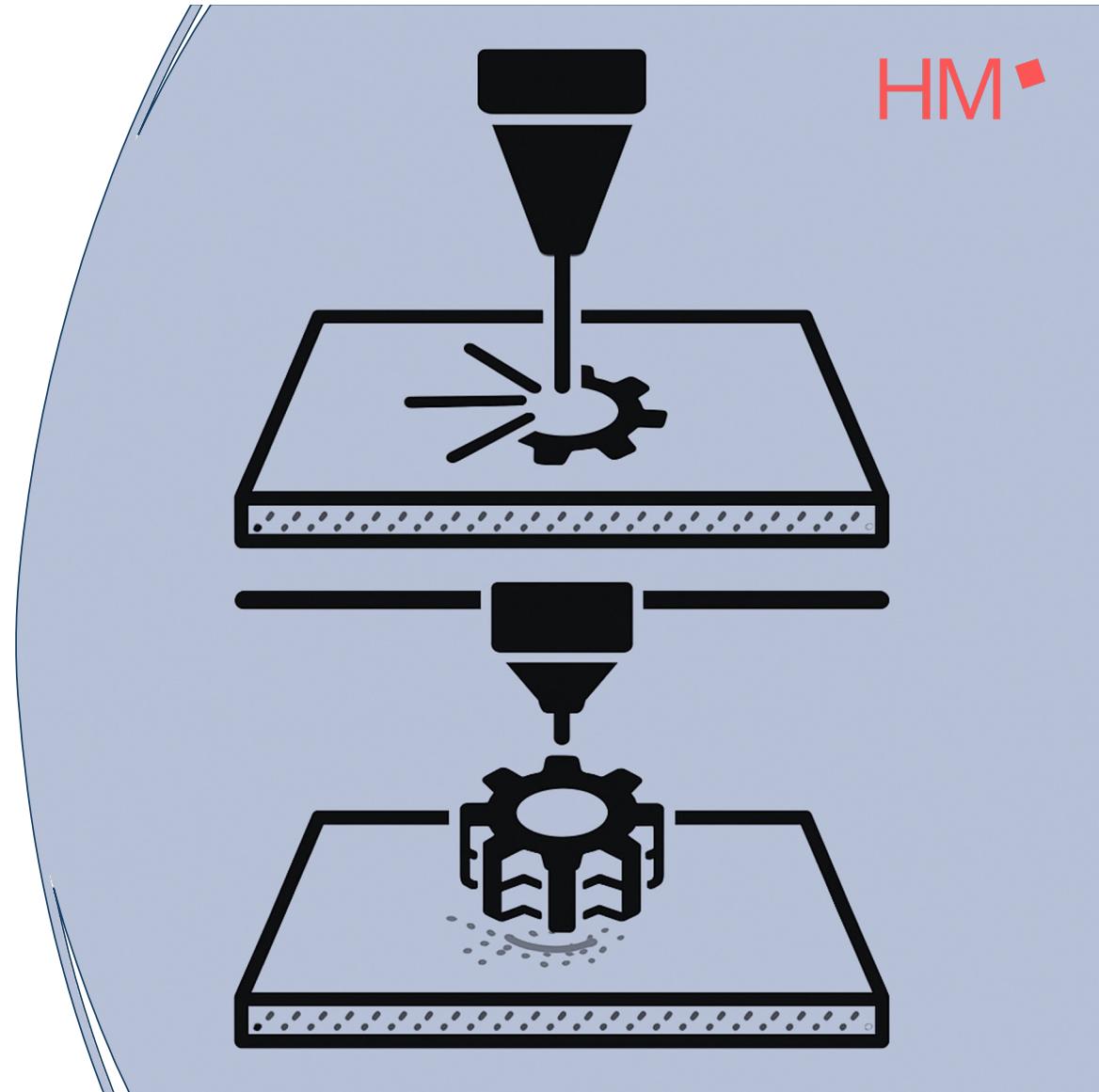
Agenda

1. Übersicht über das Vorgehen
2. Lasergravur von Druckplatten
3. Prägedruck auf Druckplatten
4. Zusammenfassung und Ausblick



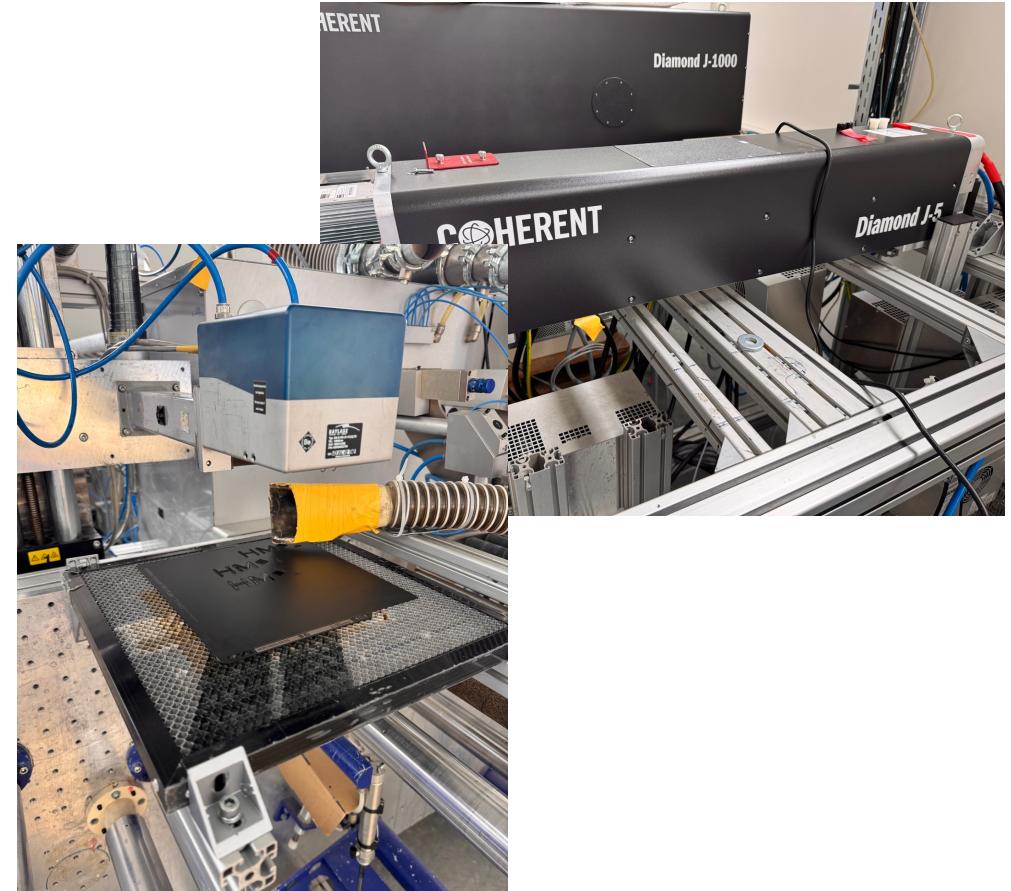
1. Übersicht über das Vorgehen

-
- I. Laserbeschriftung von PEI beschichteten Druckplatten
 - II. Bewertung und Untersuchung der Beschriftungs-Ergebnisse
 - III. Prägedruck auf zuvor gravierte Druckplatten
 - IV. Bewertung und Untersuchung der Druck-Ergebnisse
 - V. Fazit und Ausblick

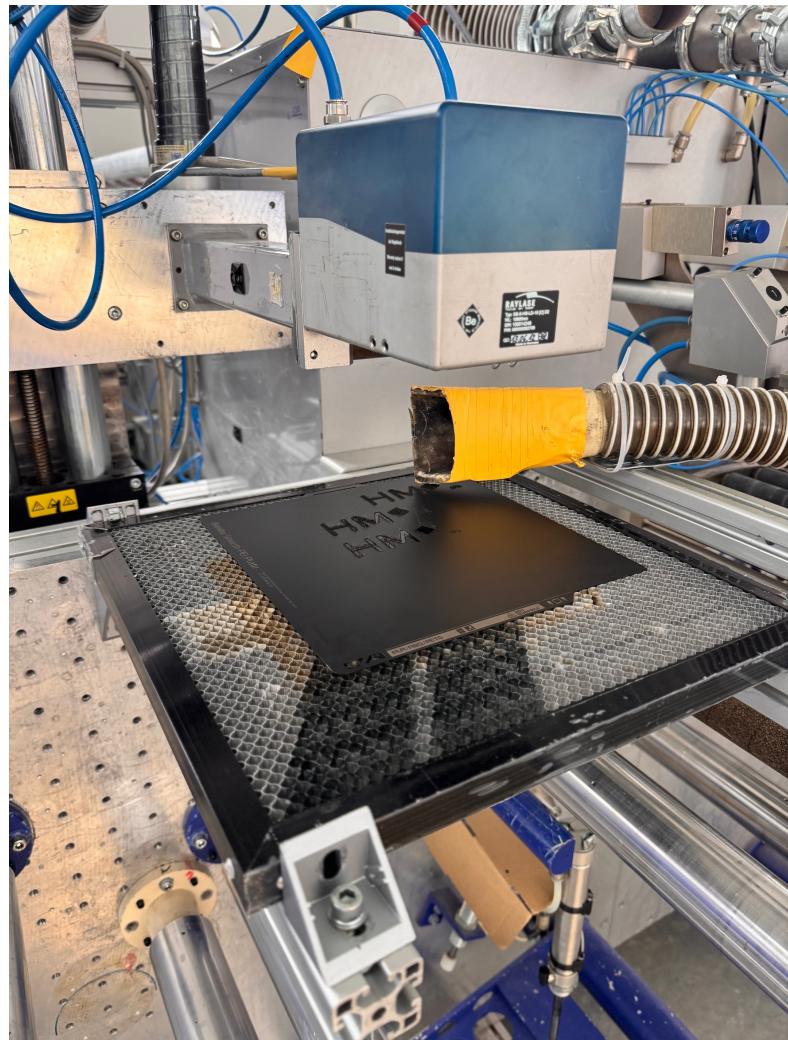


2. Lasergravur von Druckplatten Prozess/Vorgehen

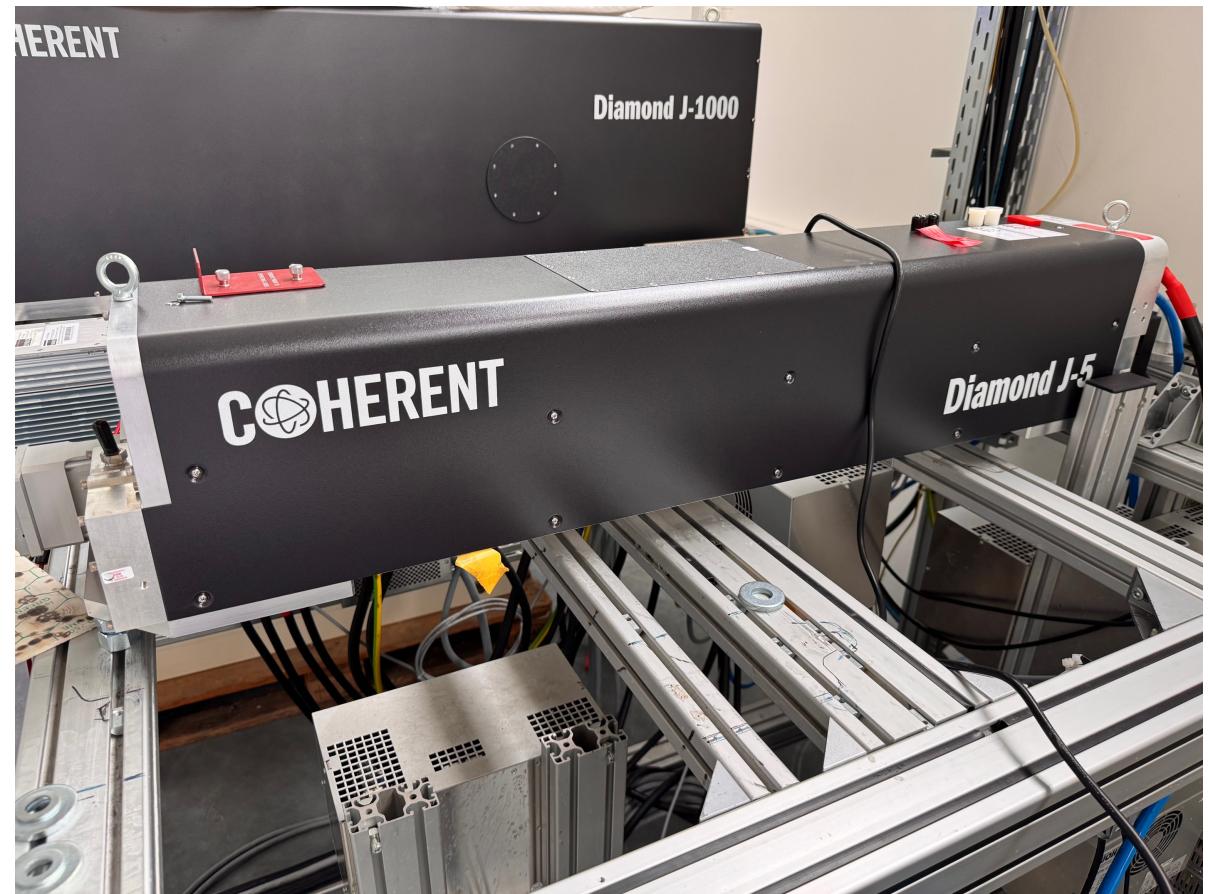
- CO₂ Laser zur Druckplatten – Gravur
- „Coherent“ 450 W Laserquelle
- “Raylase“ 2D Scannerkopf für variables arbeiten



HM⁺



07.07.2025



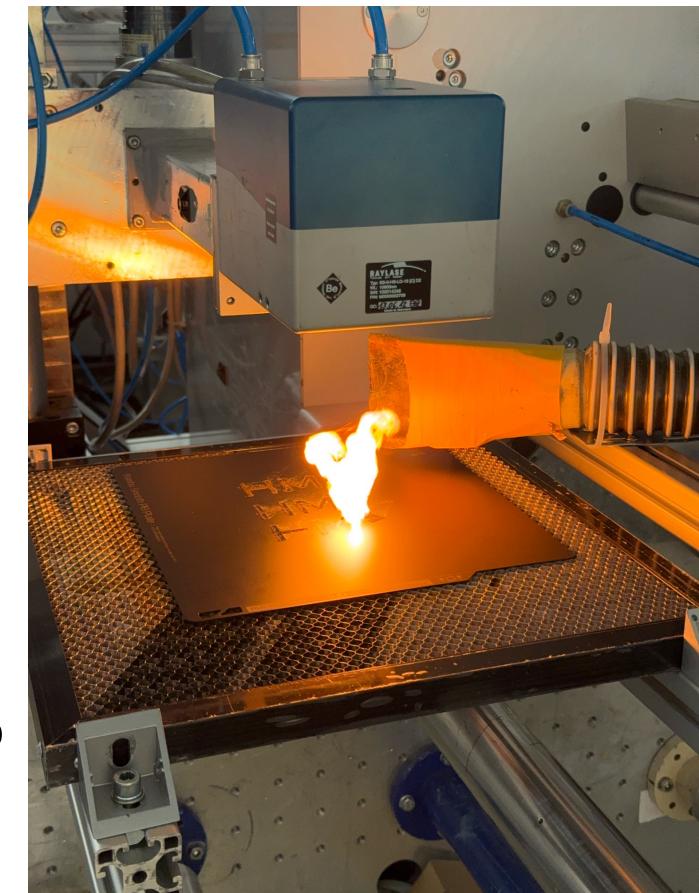
Matthias Strohmeier

5

2. Lasergravur von Druckplatten

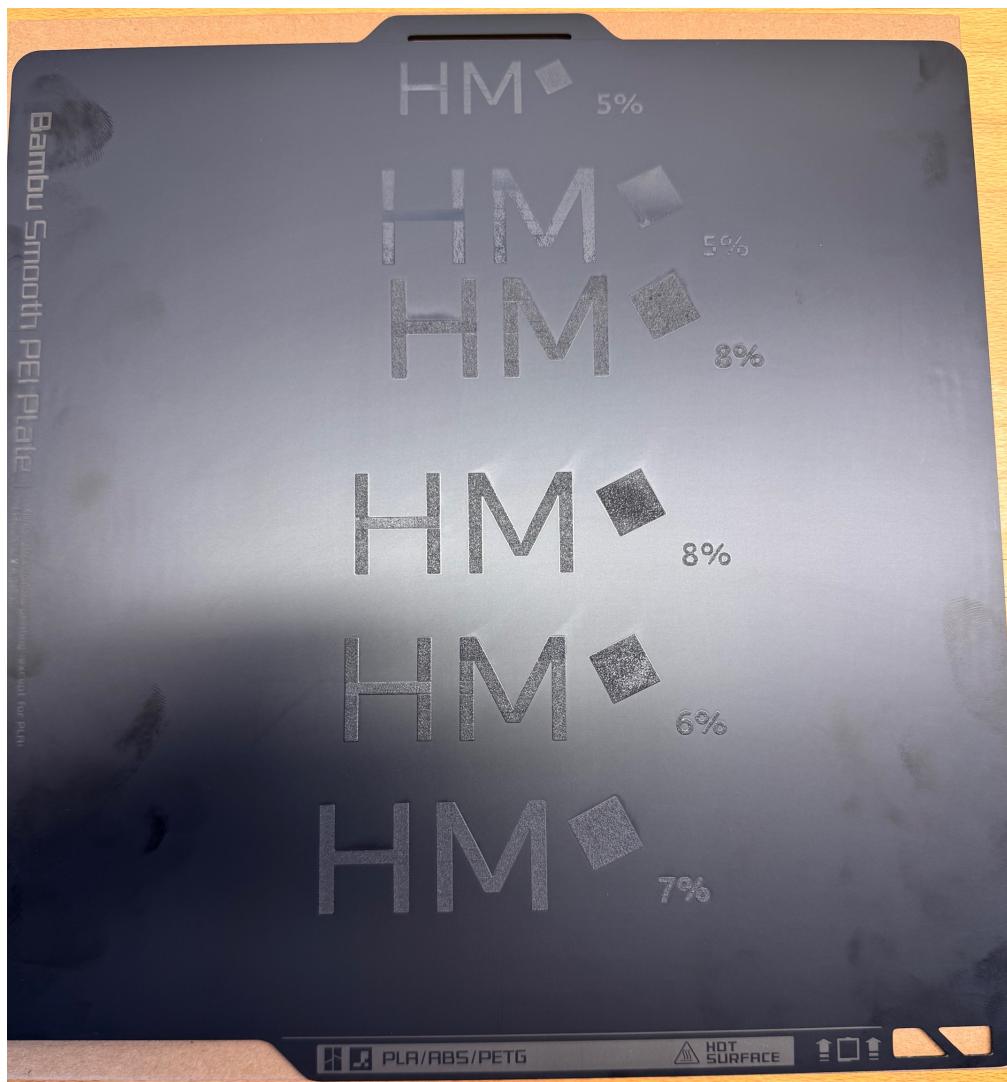
Prozess/Vorgehen

- Einstellen des Lasers durch Test auf PEI-Platte:
 - Variation des Leistungsbereichs: 5 % (60 W) – 35 % (480W)
 - Frequenz 50 kHz, Geschwindigkeit 3000 mm/s
- Systematische Gravur:
 - „HM“-Logo und Schrift mit Zahlen und Sonderzeichen
 - Gesamten Leistungsbereich getestet in 1 % bzw. 2 % Leistungsschritten



2. Lasergravur von Druckplatten Ergebnisse





Logo mit niedrigen Leistungen (60 W – 100 W)

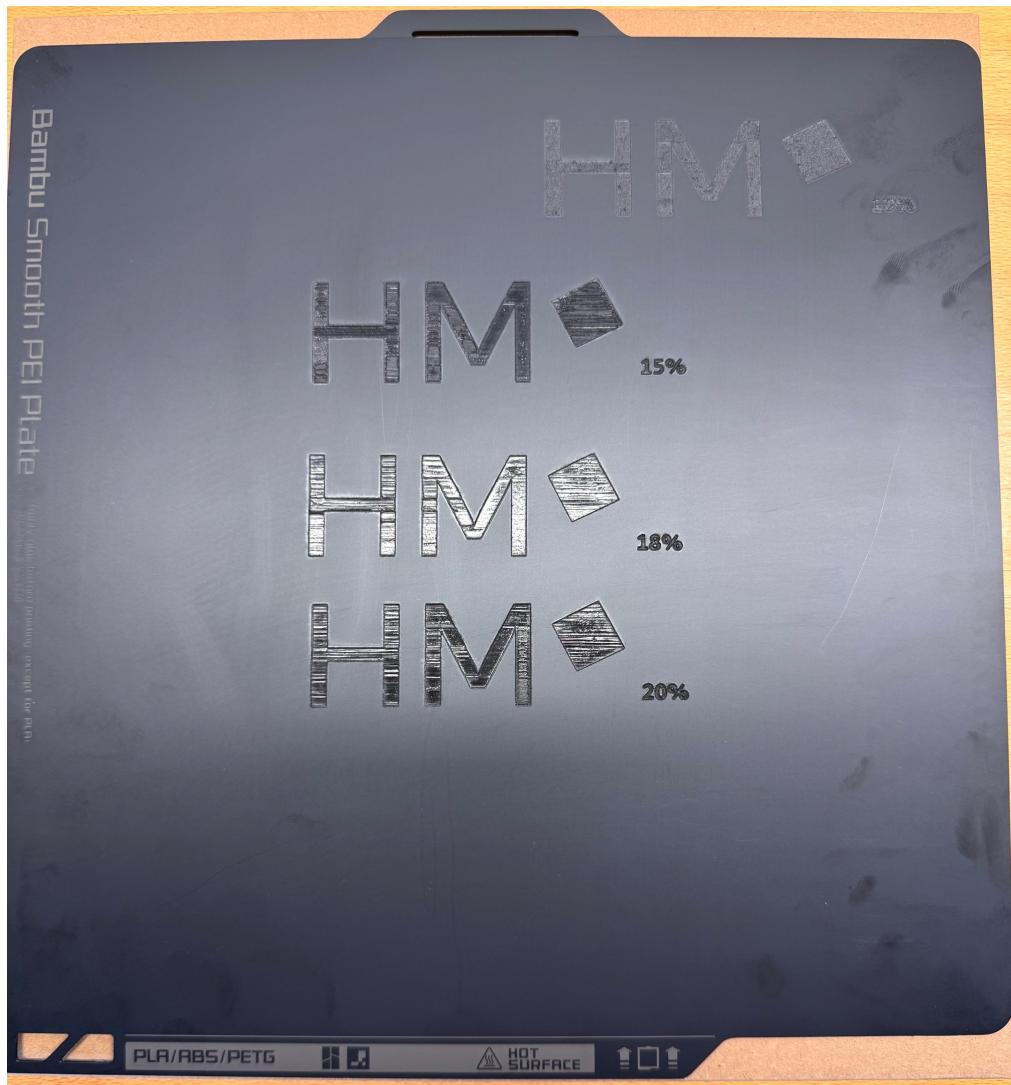
- Rauhe und erhobene Gravur
- Fehlerfreies Ergebnis
- Fehlerfrei auch in kleine Ecken und Details

→ Viel Potential für Druck

HM

2. Lasergravur von Druckplatten Ergebnisse



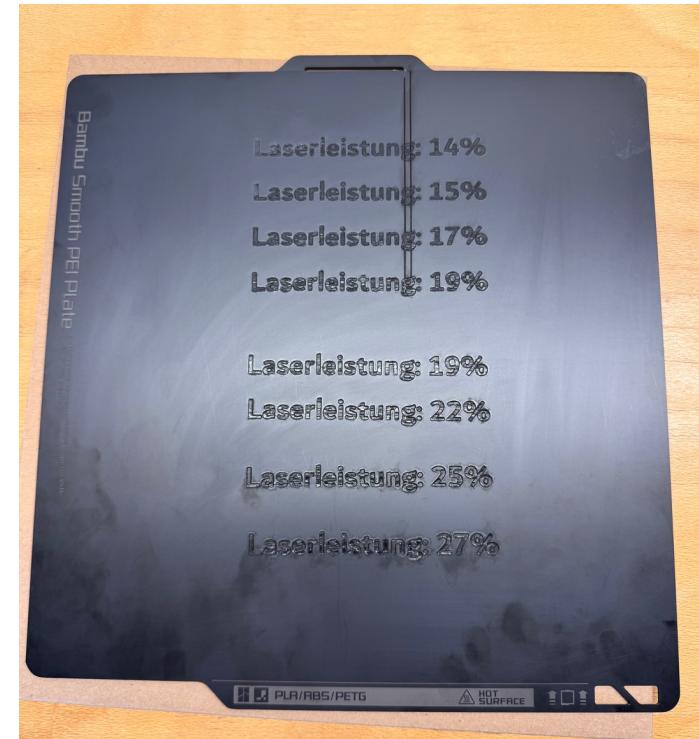
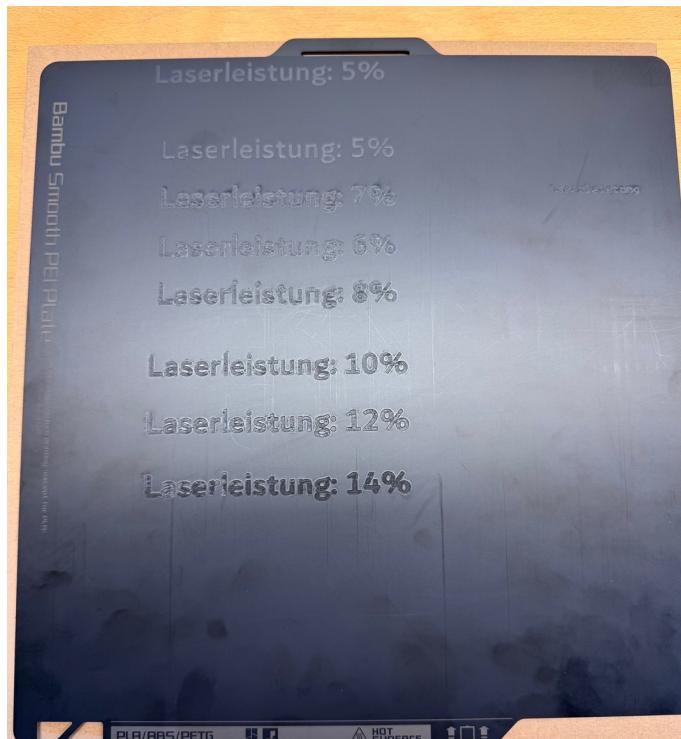


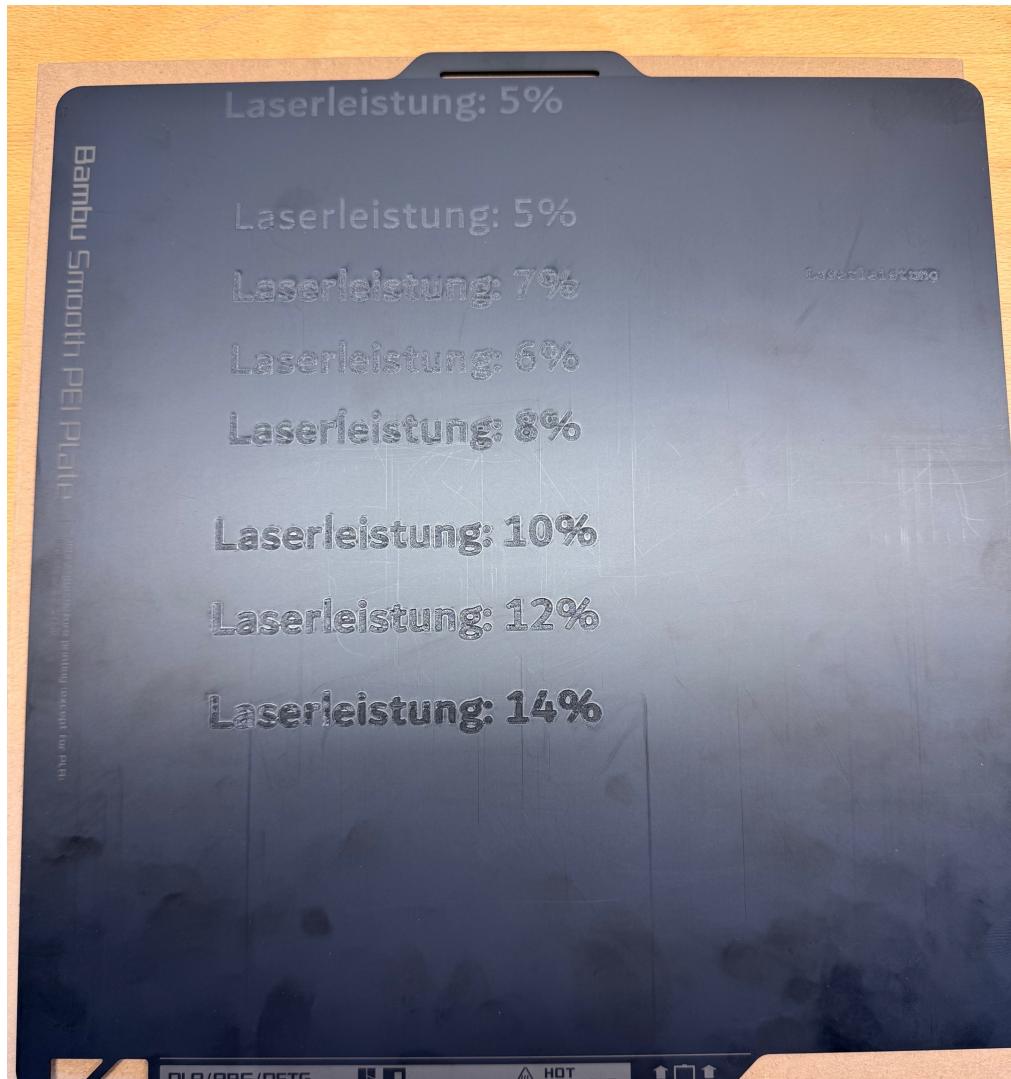
Logo mit hohen Leistungen (195 W – 300 W)

- Vollständiger Materialabtrag
- Klebeschicht der PEI Beschichtung freigesetzt
- Leicht ausgefranste Details
- Tiefe Furchen

→ Ausfransungen und klebrige Oberfläche birgt Probleme für Druck

2. Lasergravur von Druckplatten Ergebnisse



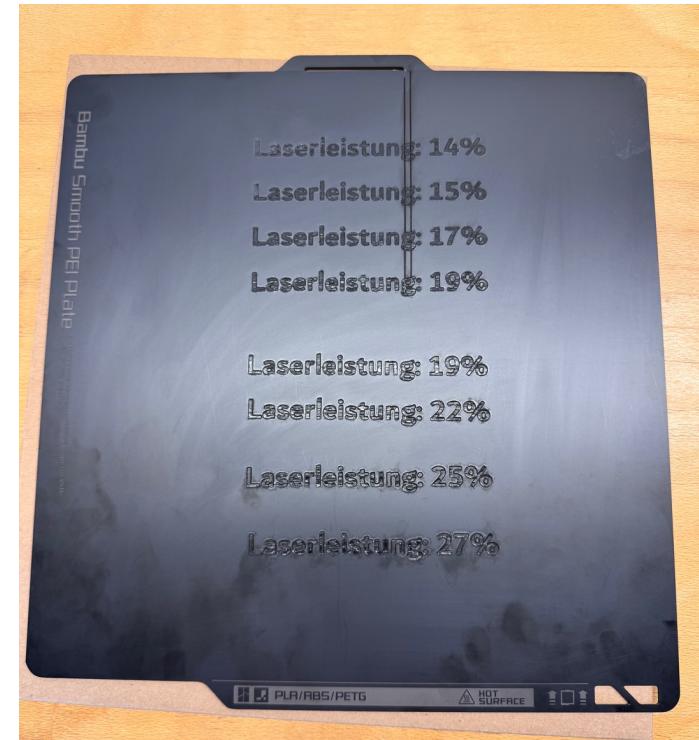
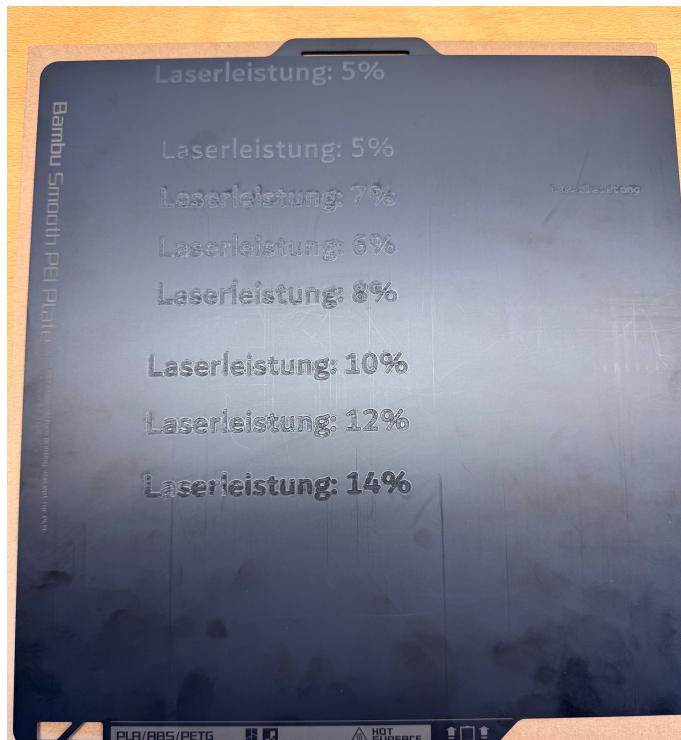


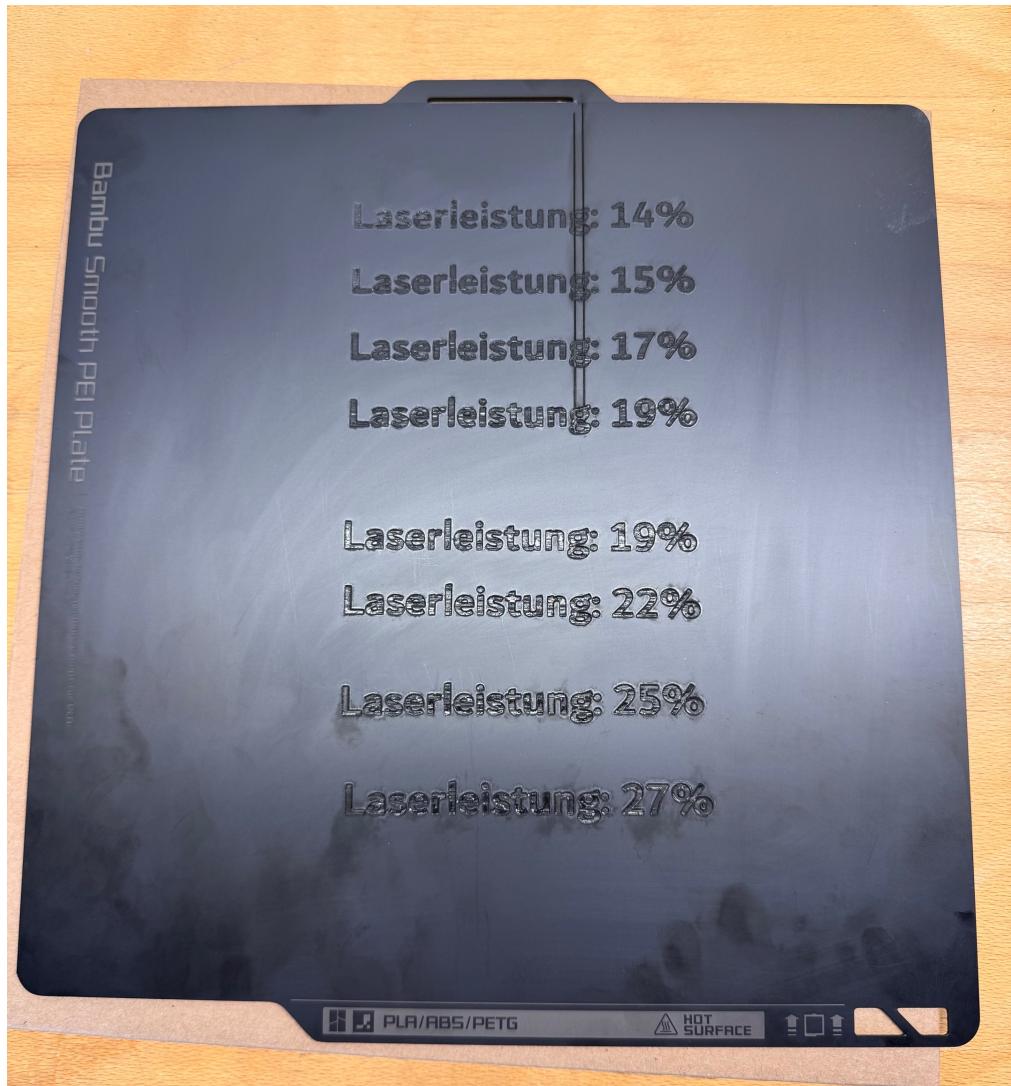
Schriftzüge mit niedrigen Leistungen (60 W – 180 W)

- Gleiches Ergebnis wie Logos
- erhobene und matte/raue Gravur
- Fehlerfreie Darstellung auch kleiner Details

→ Viel Potential für Druck

2. Lasergravur von Druckplatten Ergebnisse





Schriftzüge mit hohen Leistungen (180 W – 400 W)

- Klebrige Oberflächen
- Leicht ausgefranste Details
- Tiefe Furchen

→ Ausfransungen und klebrige Oberfläche birgt Probleme für Druck

3. Prägedruck auf Druckplatten

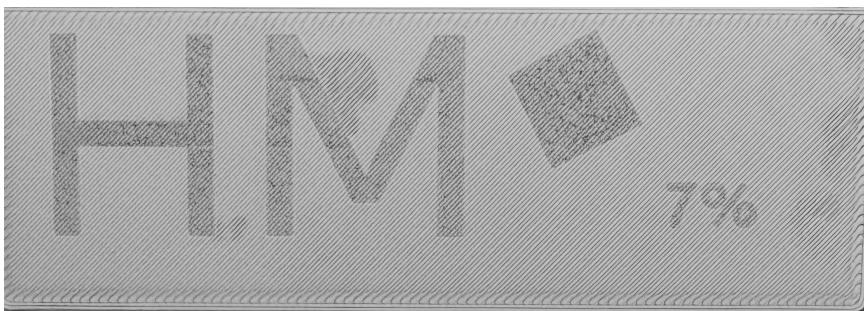
Prozess/Vorgehen

- BambuLab X1 Carbon Drucker
- Silberner/weißer PLA Kunststoff
- 5mm Plättchen als Prüfkörper
- Erwartung: Prägedruck auf erste Druckschicht
- Druckgeschwindigkeit 1. Schicht: 50 mm/s



3. Prägedruck auf Druckplatten Ergebnisse

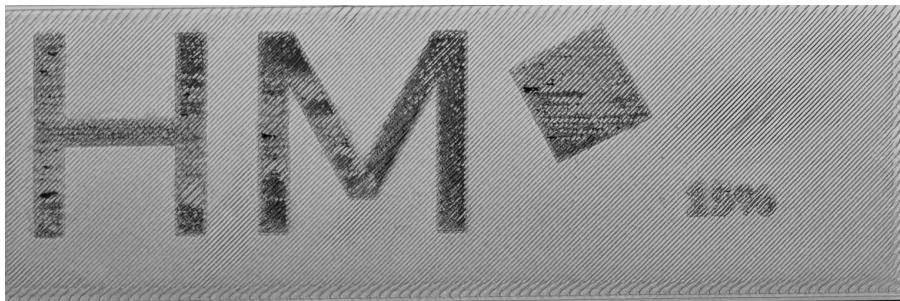


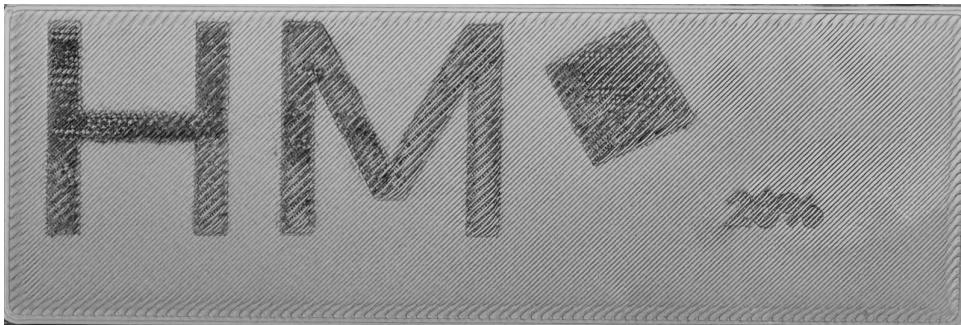
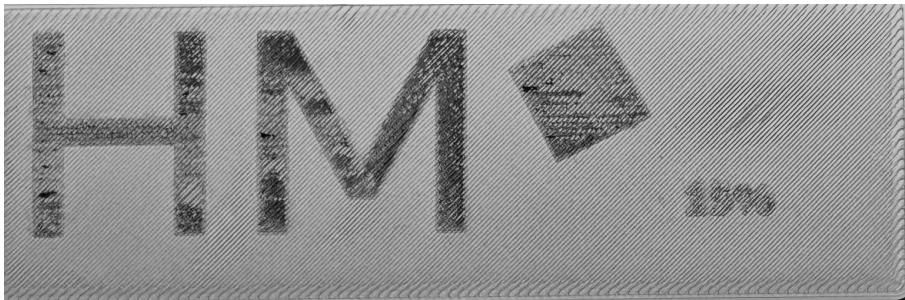


Druck auf Gravuren mit niedrigen Leistungen

- Großflächige Gravuren präzise übertragbar
- Kleine Details erkennbar, aber mit Qualitätsabnahme
- PEI-Beschichtung nur minimal durch Laser beeinträchtigt
- Gute Haftung & leichte Entnahme – hohe Reproduzierbarkeit

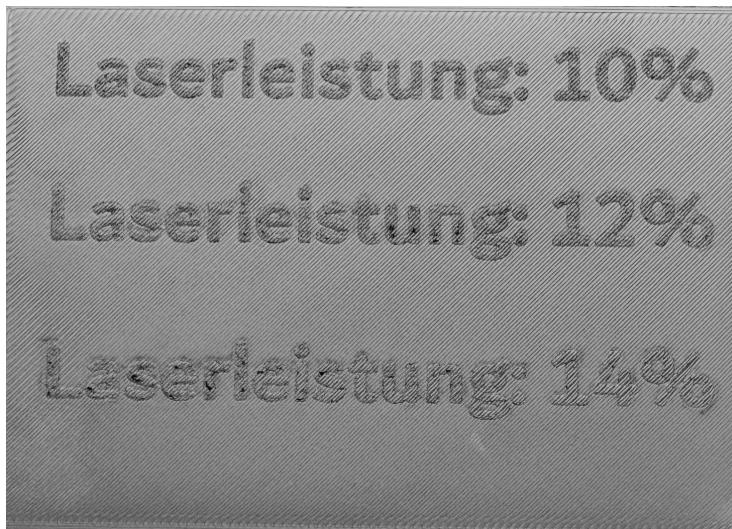
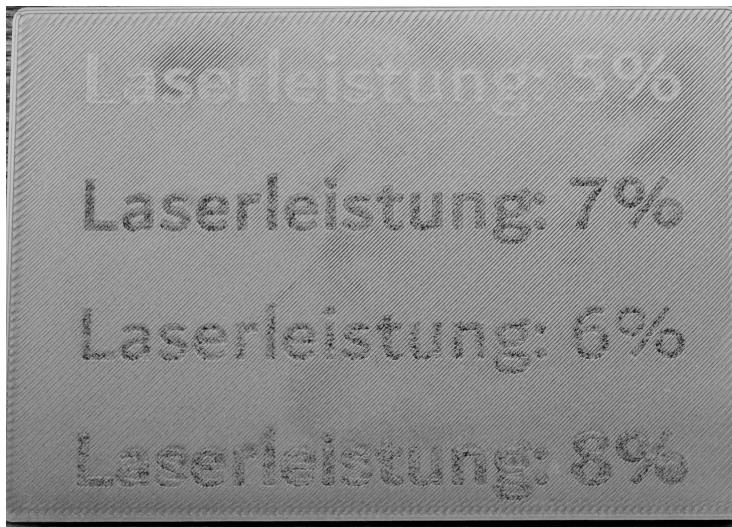
3. Prägedruck auf Druckplatten Ergebnisse





Druck auf Gravuren mit hohen Leistungen

- Hohe Laserleistung führte zu tiefem Materialabtrag
- Gravierte Oberfläche klebrig und haftete stark
- Druckteile schwer ablösbar, Rückstände blieben haften
- Praktische Nutzung durch beschädigte Beschichtung eingeschränkt



Druck auf Schrift-Gravuren

- Schriftzüge mit 6–8 % Laserleistung zeigten beste Ergebnisse
- Klare, saubere Prägung in die erste Druckschicht
- >12 % Laserleistung: wieder klebrige Oberflächen
- Hohe Leistung: erschwerte Entnahme und hinterließ Rückstände



Zusatz: Druck mit weißem PLA

- Gleiches Ergebnis wie silbernes PLA
 - weniger schimmernde Oberfläche
- ABER zu entfernender Laser-Staub gut zu sehen

4. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Gravierte PEI-Druckplatten gut geeignet für FDM-3D-Druck
- Beste Ergebnisse bei 70-100 W Laserleistung
- Hohe Laserleistung (ab ca. 180 W): Entstehung klebriger Oberflächen & Rückständen
- Silber und weißes PLA: nahezu identisches Druckverhalten
- Hohe Reproduzierbarkeit bei optimaler Gravur

Technische Hinweise

- Starke Absaugung beim Laserprozess zwingend erforderlich
- Entstehender Staub kann Laserstrahl und Gravurqualität beeinträchtigen

Ausblick

- Reinigung der PEI-Platten mit Isopropanol zur Staubentfernung
- Weitere Tests mit verschiedenen Kunststoffarten und Farben geplant

4. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Gravierte PEI-Druckplatten gut geeignet für FDM-3D-Druck
- Beste Ergebnisse bei 70-100 W Laserleistung
- Hohe Laserleistung (ab ca. 180 W): Entstehung klebriger Oberflächen & Rückständen
- Silber und weißes PLA: nahezu identisches Druckverhalten
- Hohe Reproduzierbarkeit bei optimaler Gravur

Technische Hinweise

- Starke Absaugung beim Laserprozess zwingend erforderlich
- Entstehender Staub kann Laserstrahl und Gravurqualität beeinträchtigen

Ausblick

- Reinigung der PEI-Platten mit Isopropanol zur Staubentfernung
- Weitere Tests mit verschiedenen Kunststoffarten und Farben geplant

Bildquellen:

- Alle nicht gekennzeichneten Grafiken und Fotografien stammen aus eigener Versuchsdokumentation