

Einfluss von Düsendurchmesser, Slicer und Drucker auf die Druckqualität

Besl, Simon

Hochschule München – FK03

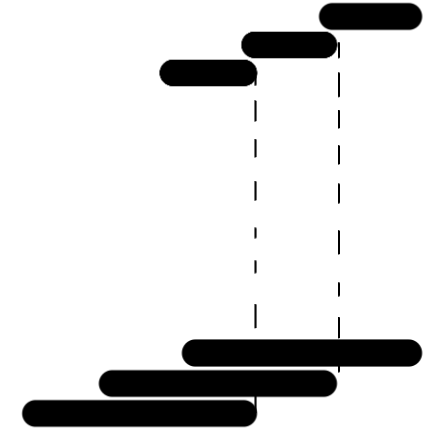
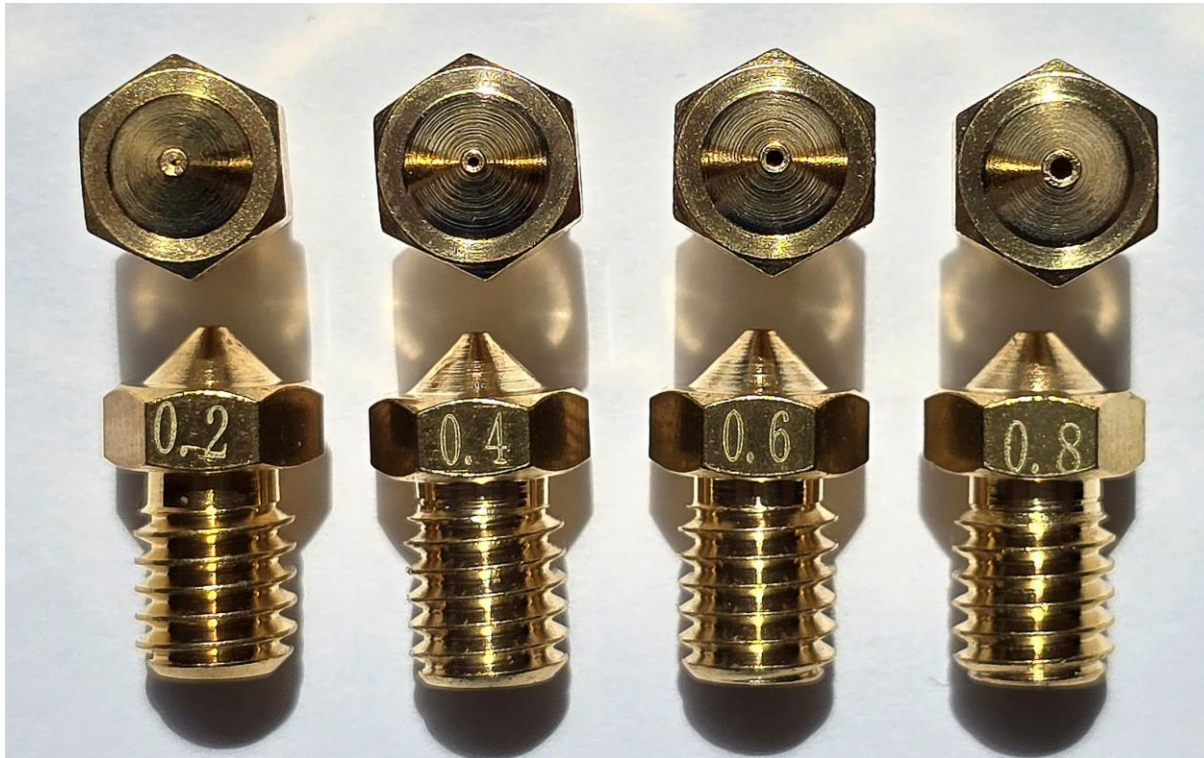
FAB

Inhalt

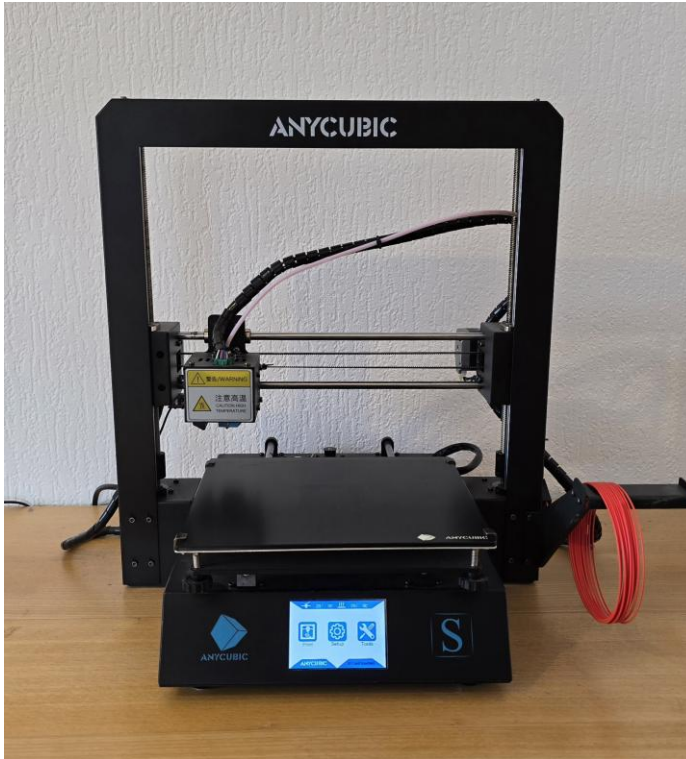
1. Einfluss unterschiedlicher Düsendurchmesser auf die Druckqualität
2. Einfluss unterschiedlicher Slicer-Programme auf die Druckqualität
3. Einfluss unterschiedlicher FDM-Drucker auf die Druckqualität

1. Düsenvergleich

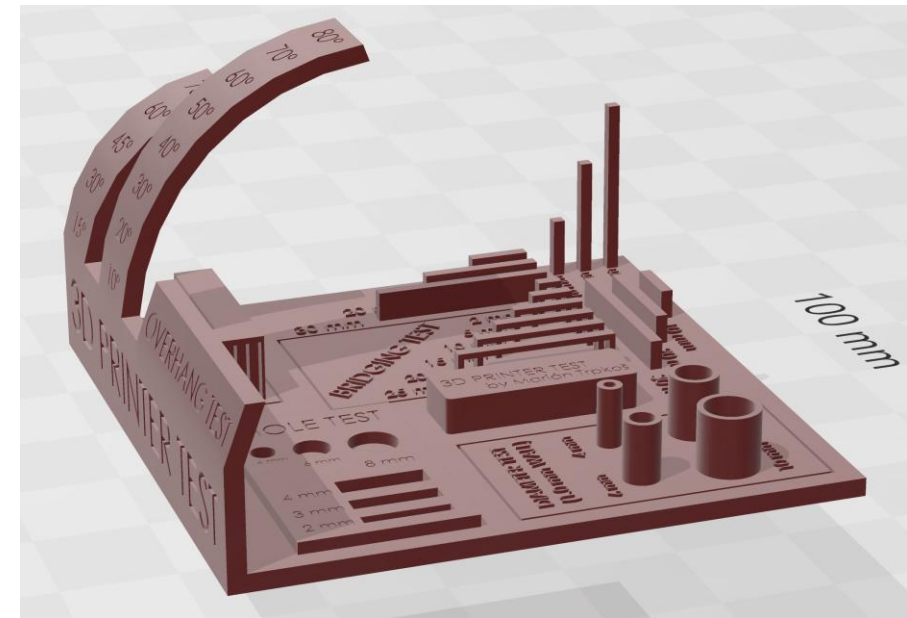
Verglichen werden folgende Düsendurchmesser:



1. Düsenvergleich



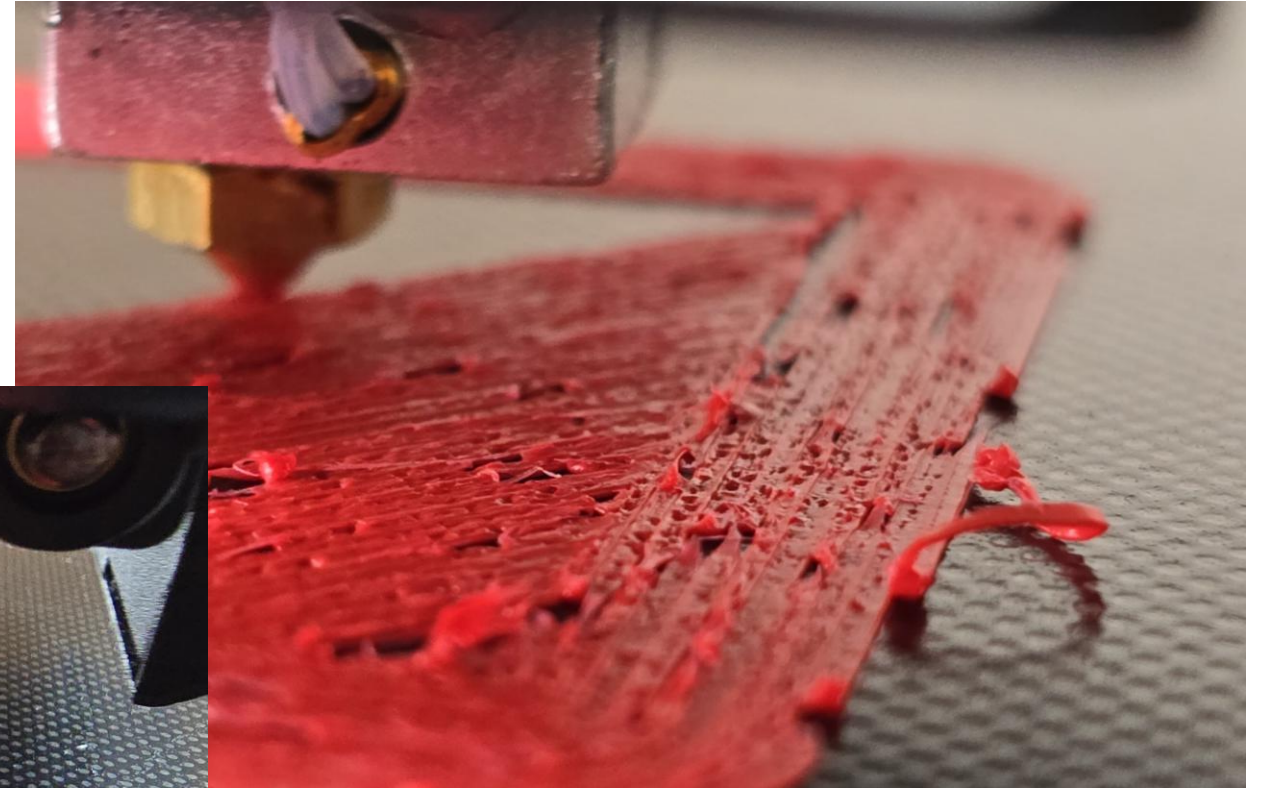
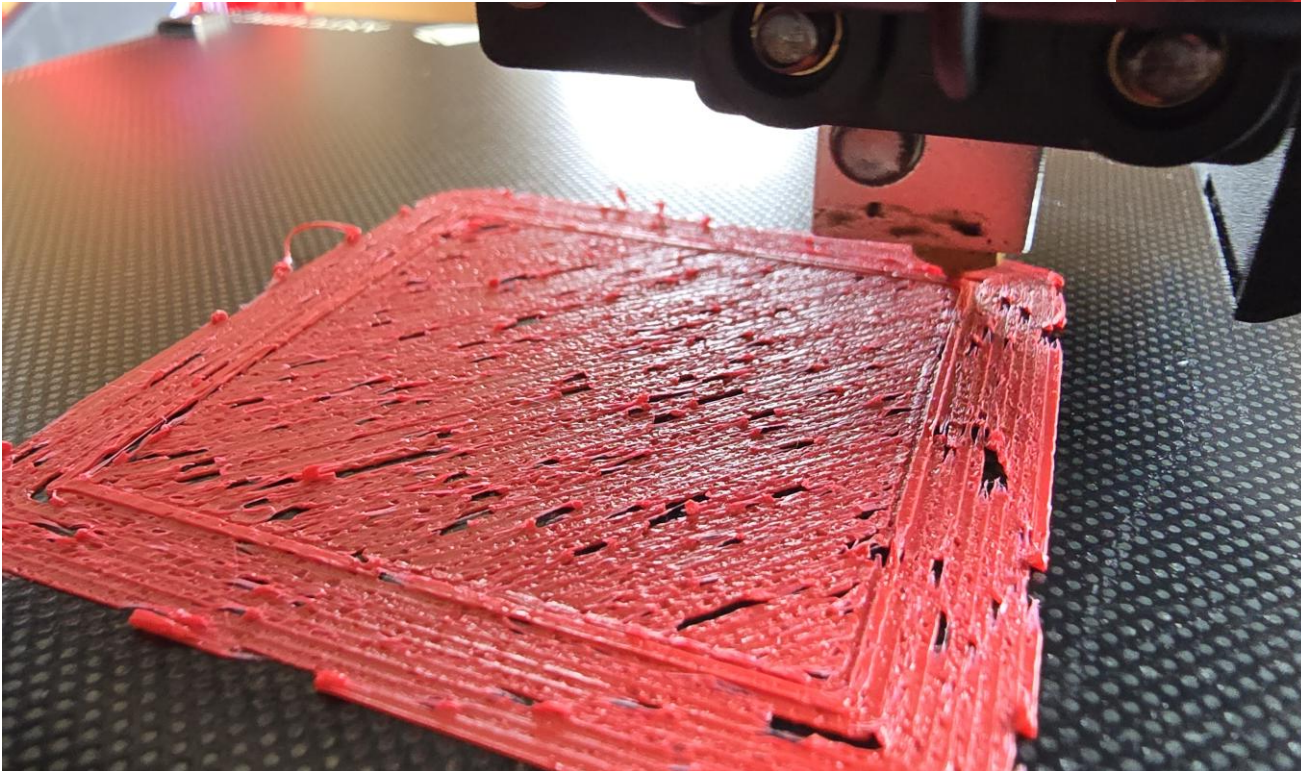
Drucker für
Vergleich



Testmodell

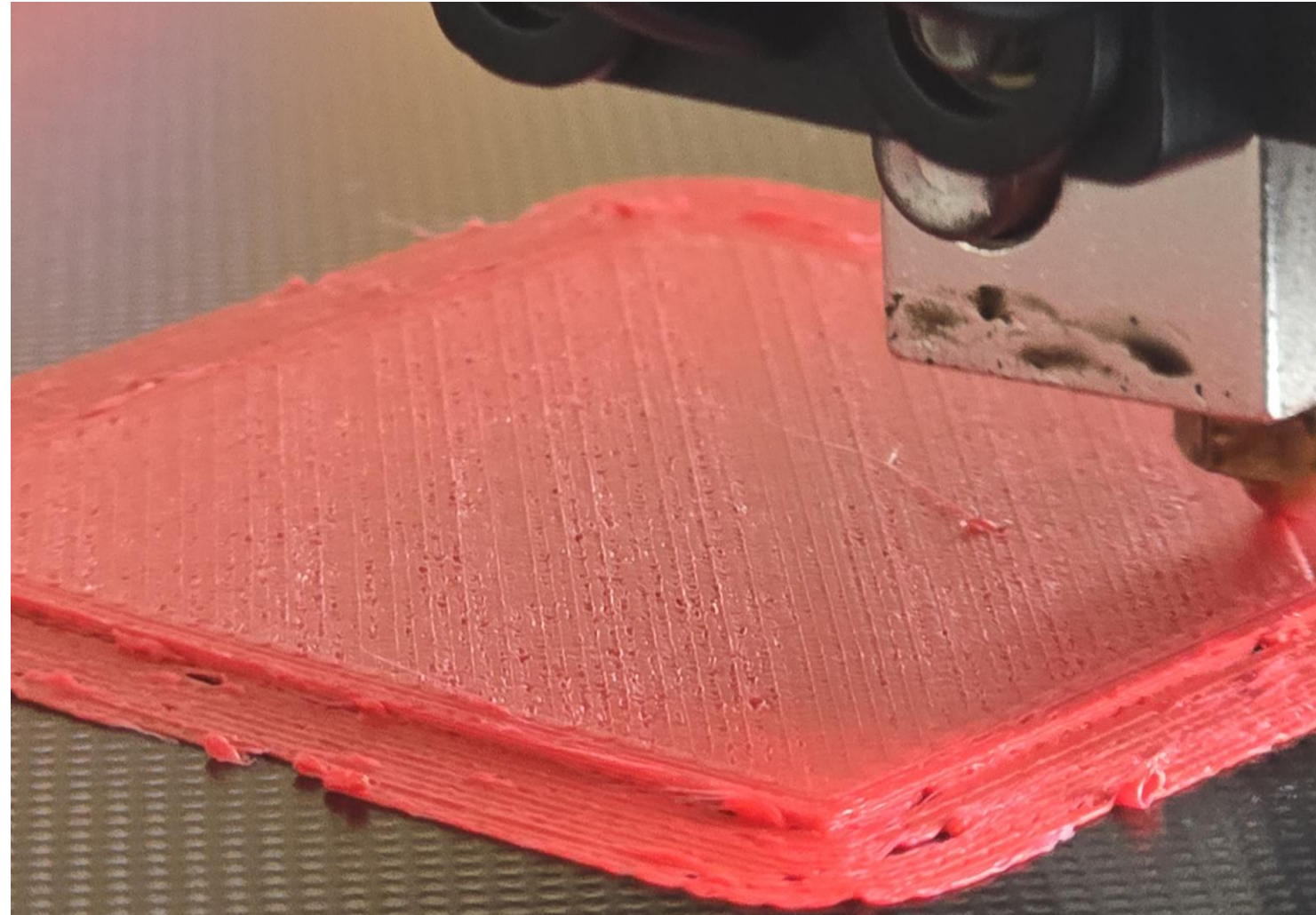
1. Düsenvergleich

Probleme beim Vorgehen-
Unterextrusion



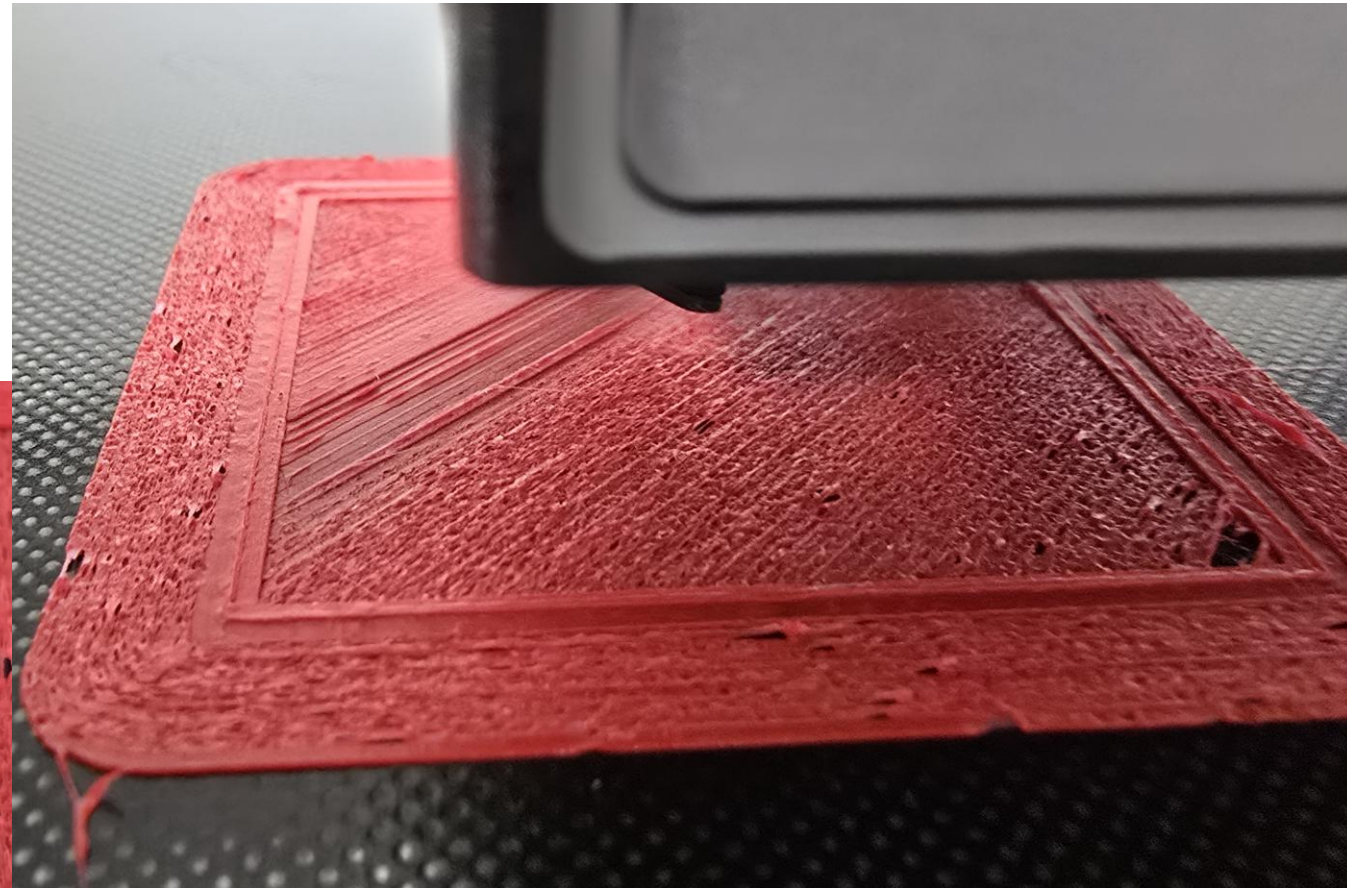
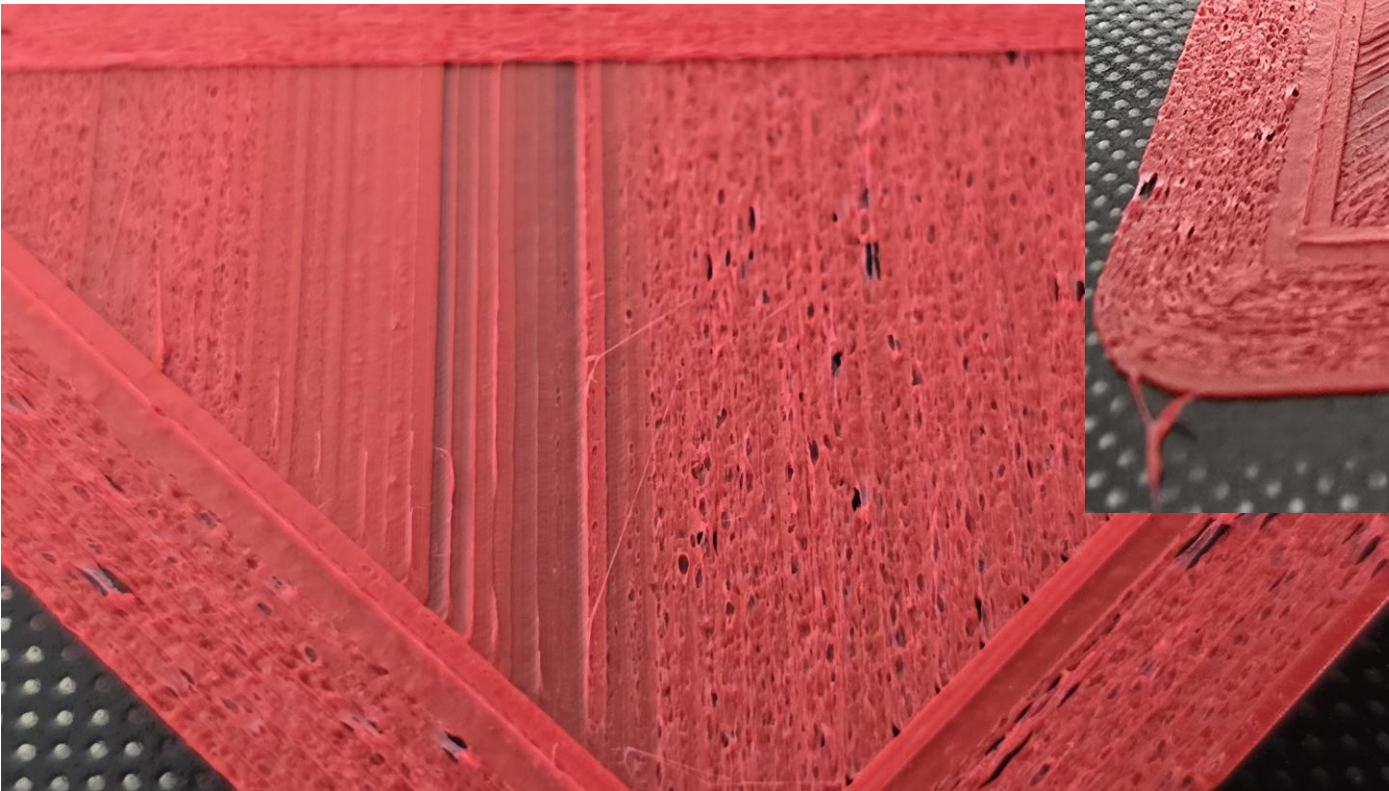
1. Düsenvergleich

Probleme beim Vorgehen –
Unterextrusion



1. Düsenvergleich

- Probleme beim Vorgehen – Unterextrusion

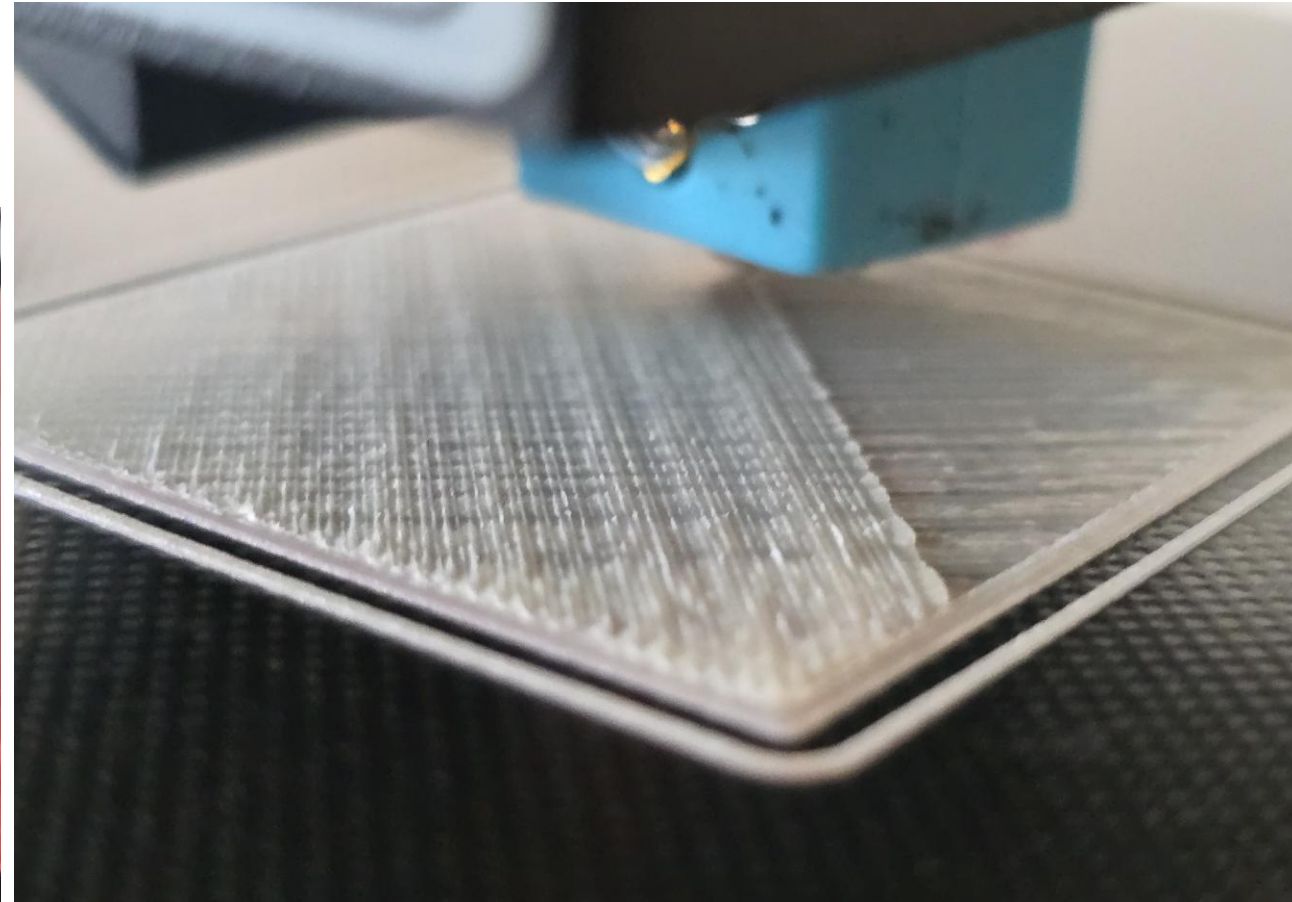
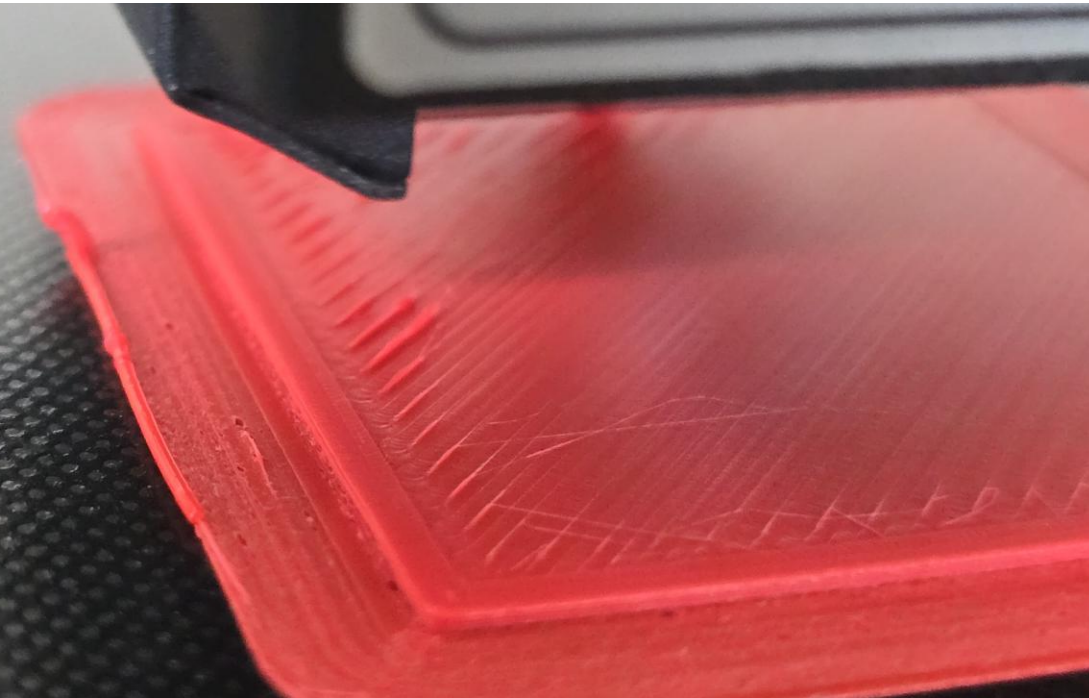


1. Düsenvergleich

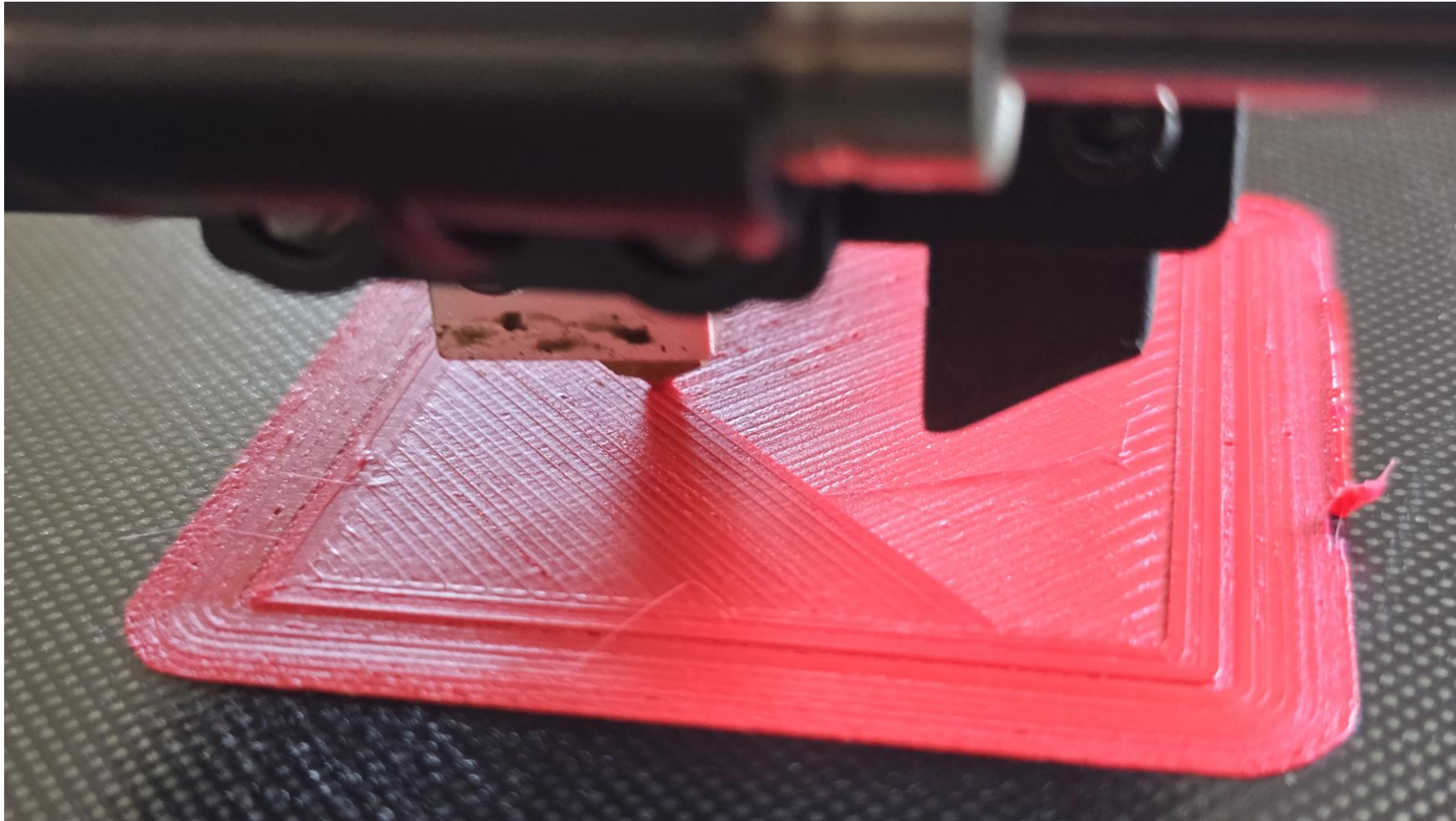


1. Düsenvergleich

- Probleme beim Vorgehen – Überextrusion



1. Düsenvergleich

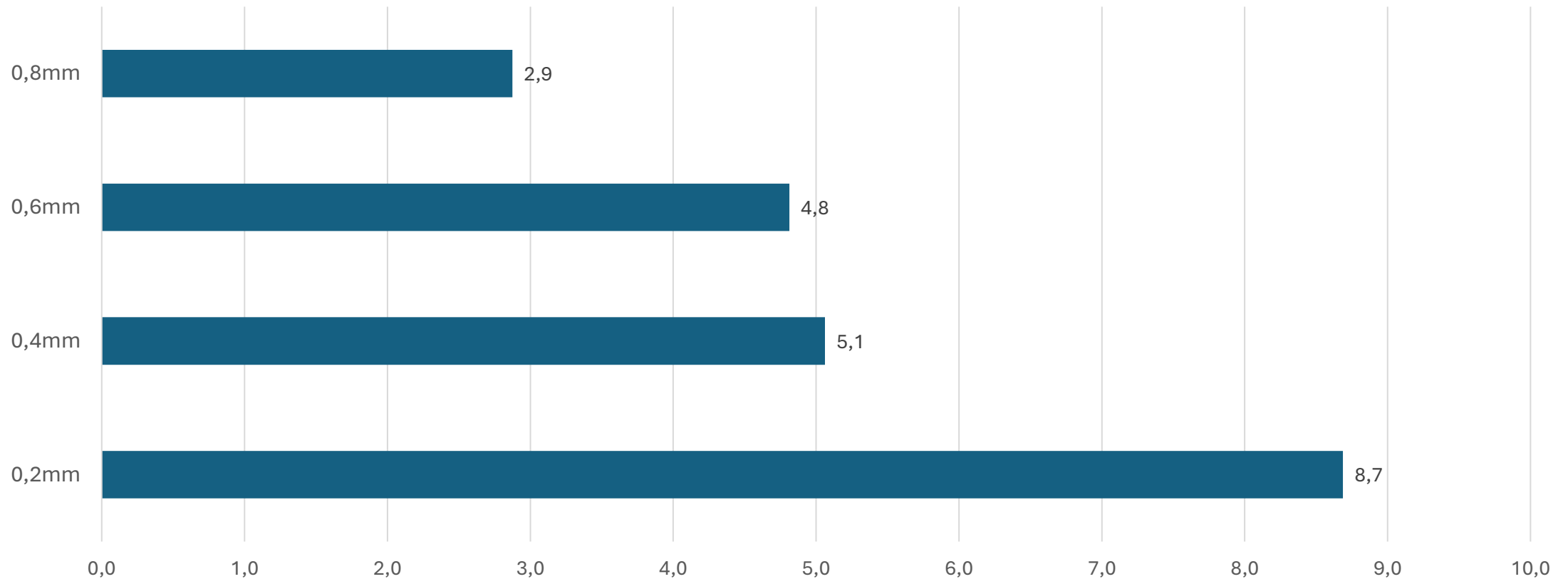


1. Düsenvergleich



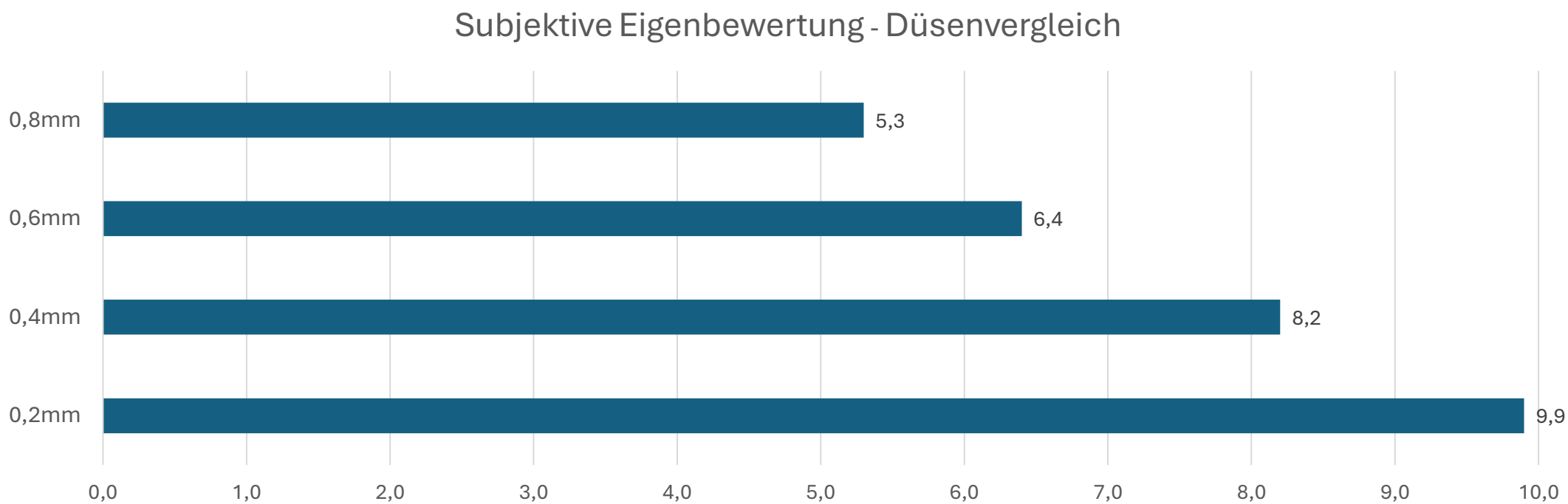
1. Düsenvergleich

Subjektive Laienbewertung - Düsenvergleich



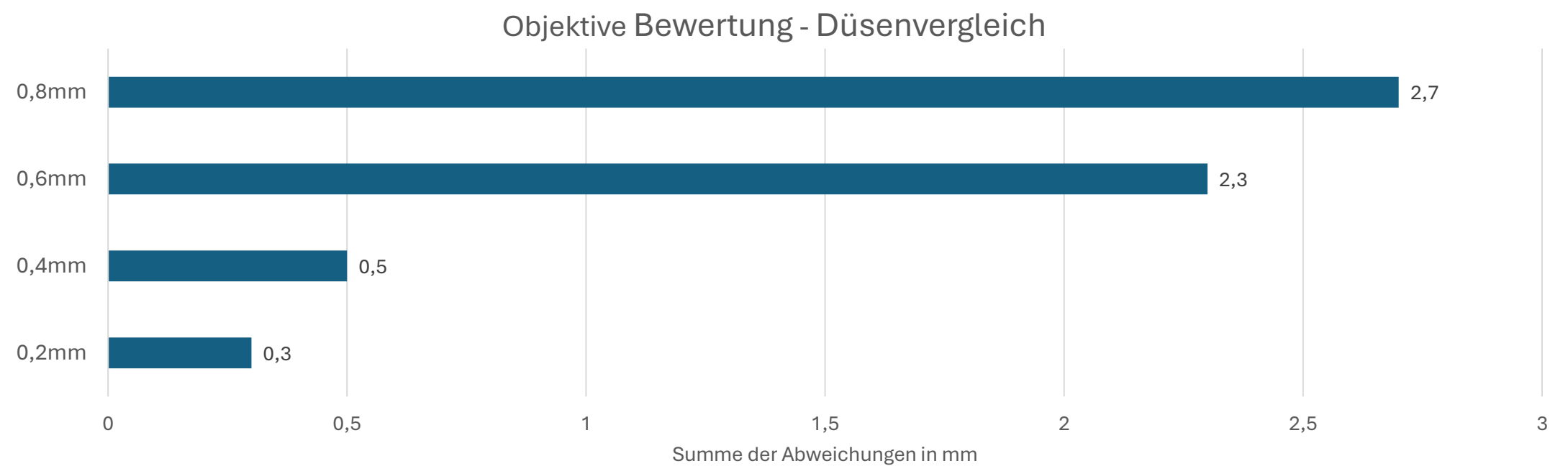
1. Düsenvergleich

	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	

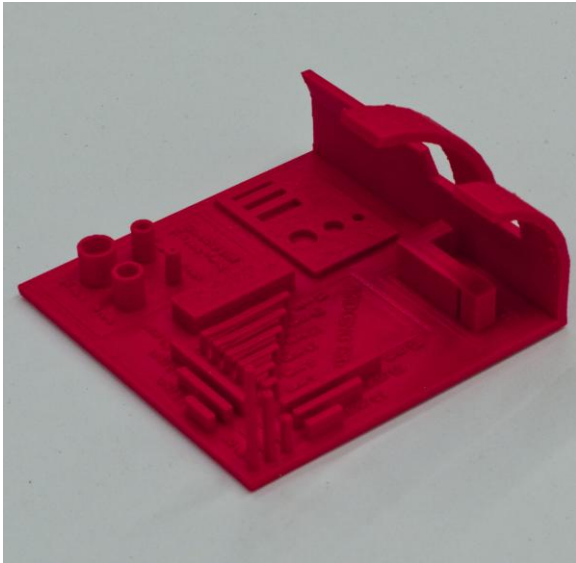


1. Düsenvergleich

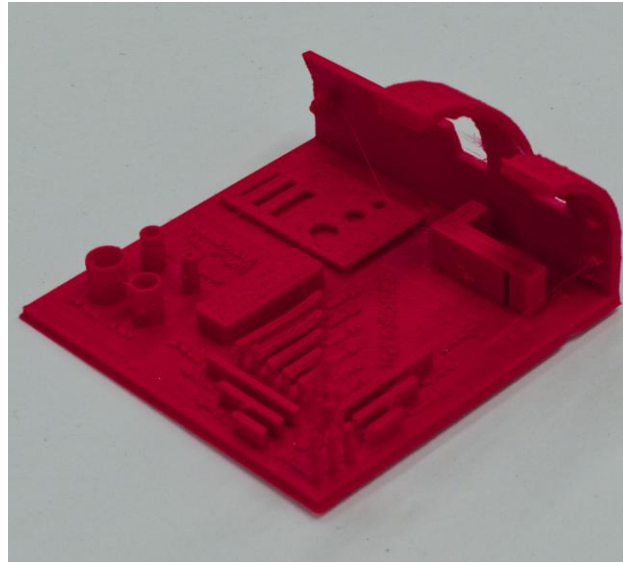
		Objektive Bewertung										
		Zylinder - Durchmesser				- höhe		Bridge - länge		- Breite	Forntwand	
soll		2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	5 mm	5 mm	10 mm	15 mm	1 mm	1,6 mm	
0,8 mm		2,6	3,4	4,5	5,3	5,05	5,05	9,95	15,10	1,40	1,80	
0,6 mm		2,2	3,1	4,2	5,1	5,00	4,6	9,6	14,6	1,4	1,7	
0,4 mm		2,00	2,95	4,00	4,95	5,05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



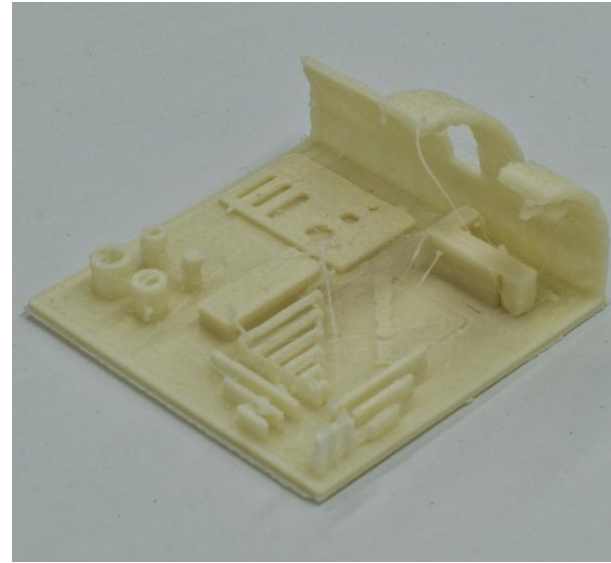
1. Düsenvergleich



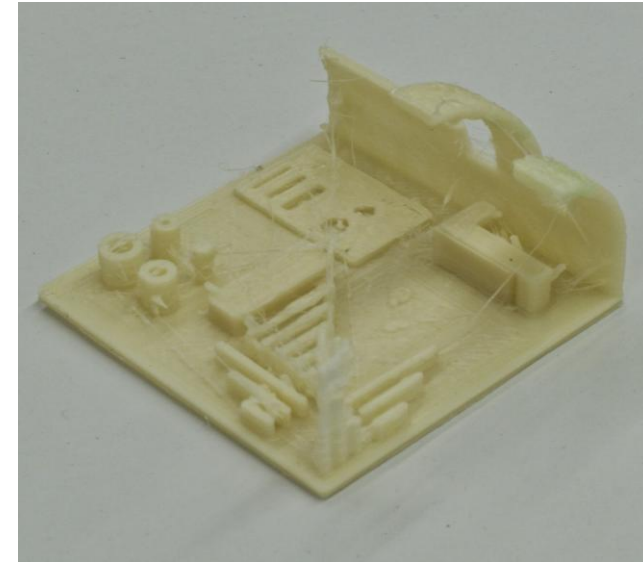
0,2 mm Düse



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

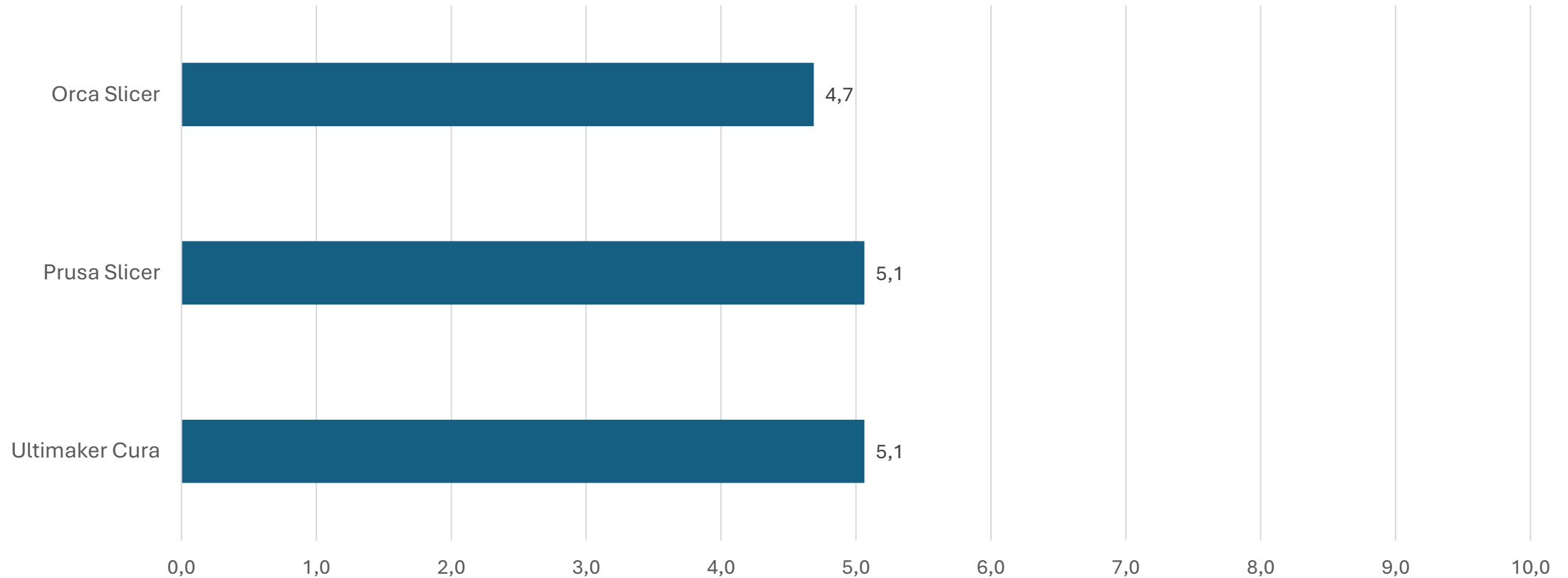
```
; THUMBNAIL_BLOCK_END

; 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
```

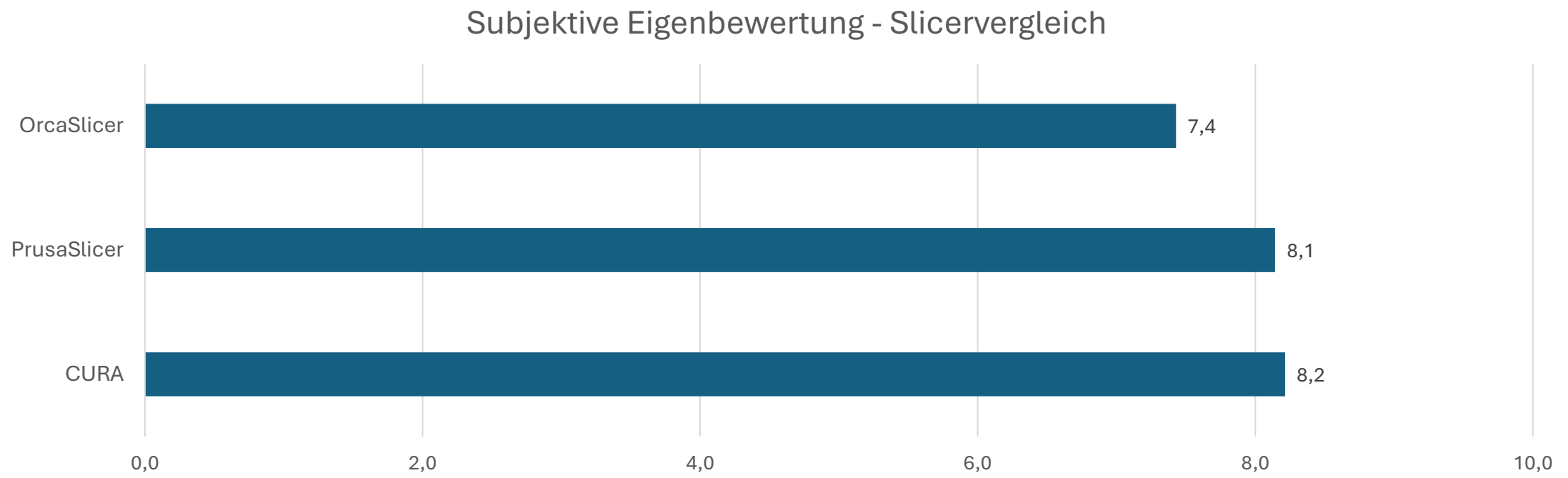
2. Slicervergleich

Subjektive Laienbewertung - Slicervergleich



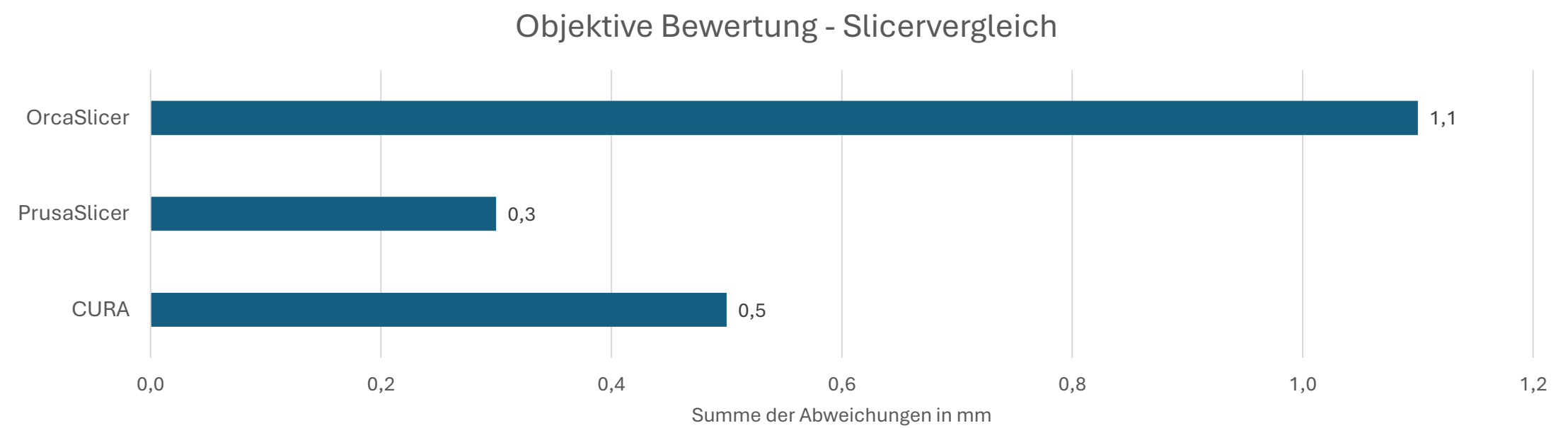
2. Slicervergleich

	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

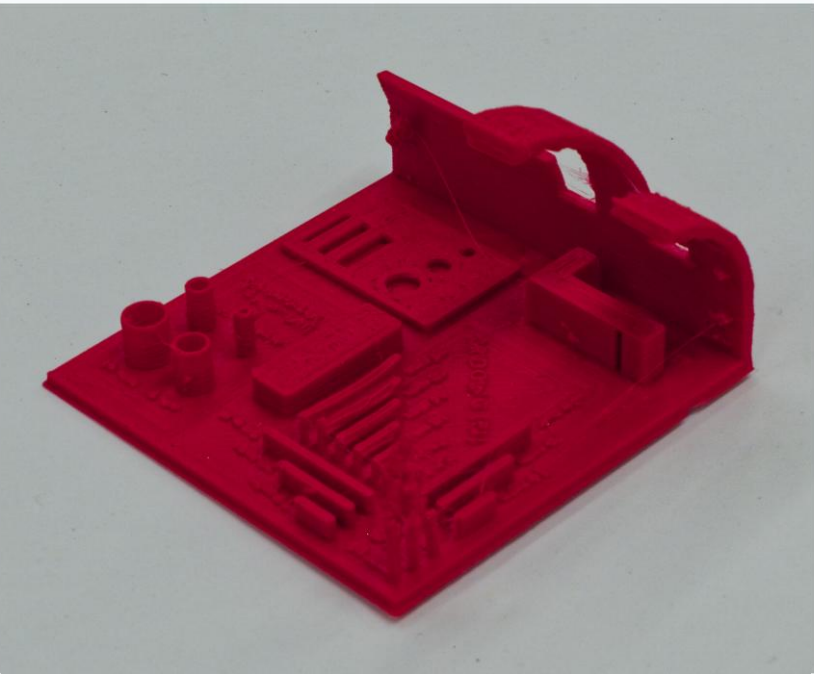


2. Slicervergleich

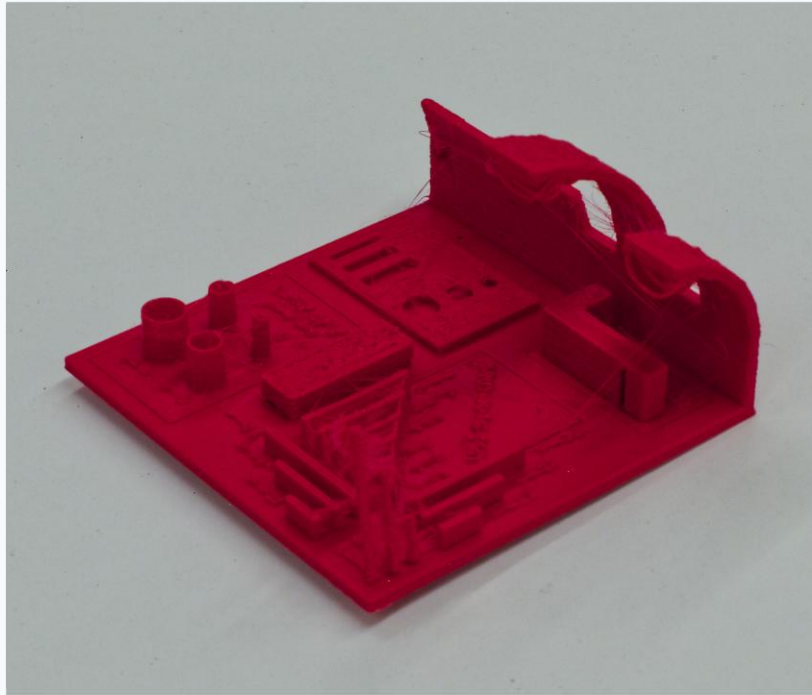
	Objektive Eigenbewertung												
		Zylinder - Durchmesser				- höhe		Bridge - länge		- Breite	Forntwand		Summe
soll		2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	5 mm	5 mm	10 mm	15 mm	1 mm	1,6 mm		
i3 mega S		2,00	2,95	4,00	4,95	5,05	5,05	9,85	14,80	1,00	1,60		0,5
PRUSAslicer		2,00	3,00	3,95	4,95	5,00	5,10	10,00	14,90	1,00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



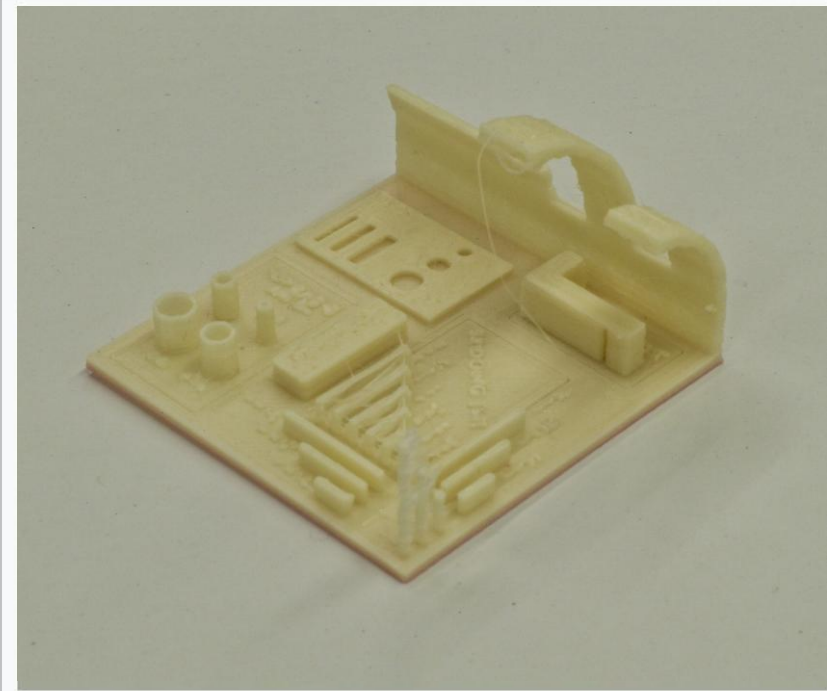
2. Slicervergleich



Cura



OrcaSlicer



PrusaSlicer

2. Slicervergleich

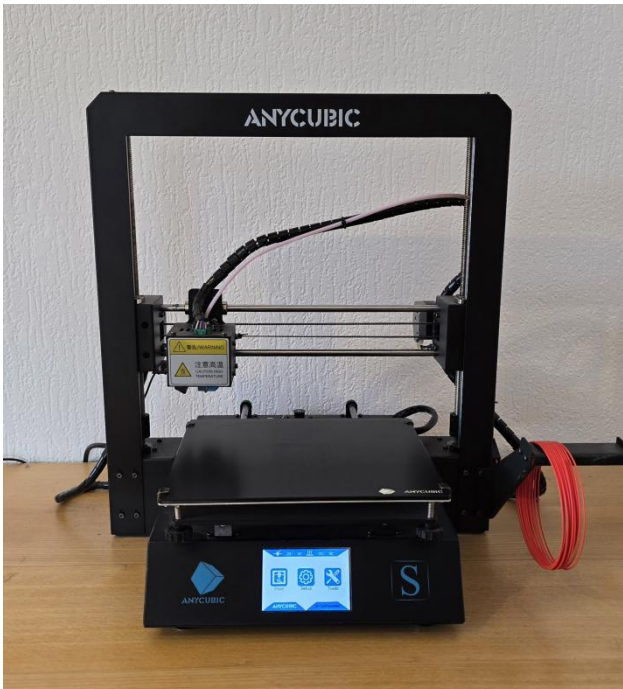
Fazit

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

3. Druckervergleich

Die verglichenen Drucker:

Anycubic i3 mega S



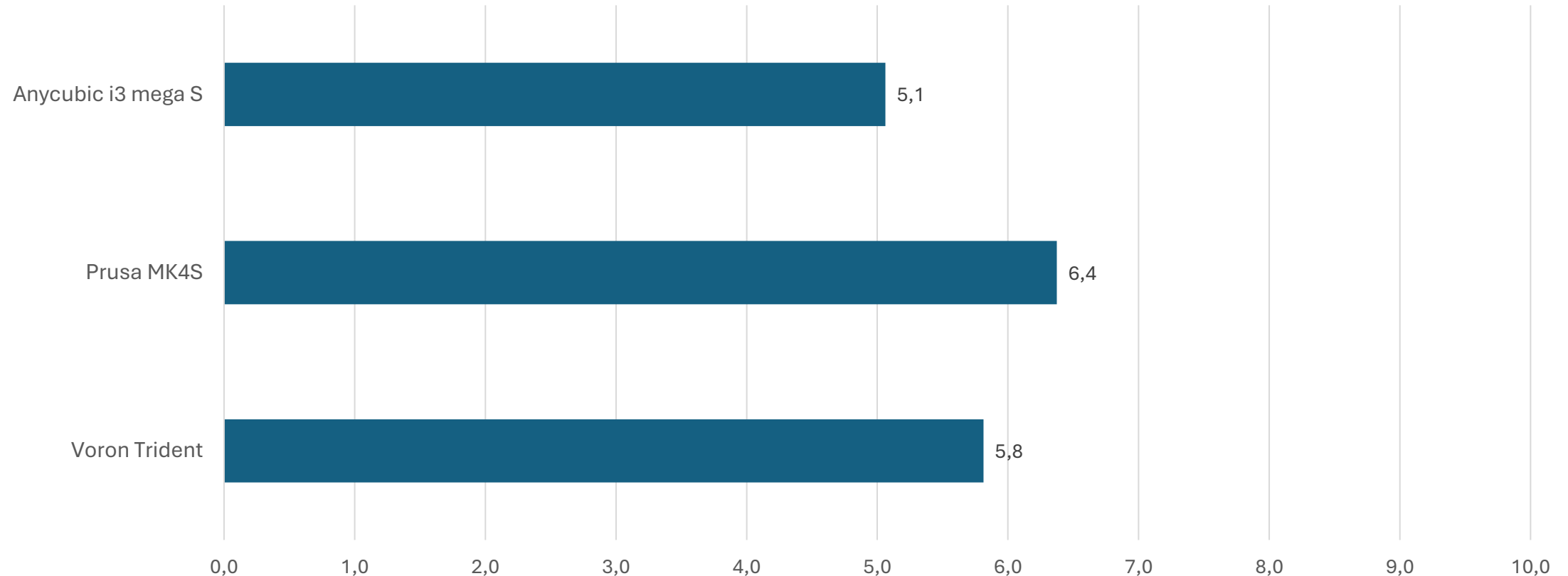
Copymasters3D Voron Trident



Prusa MK4s

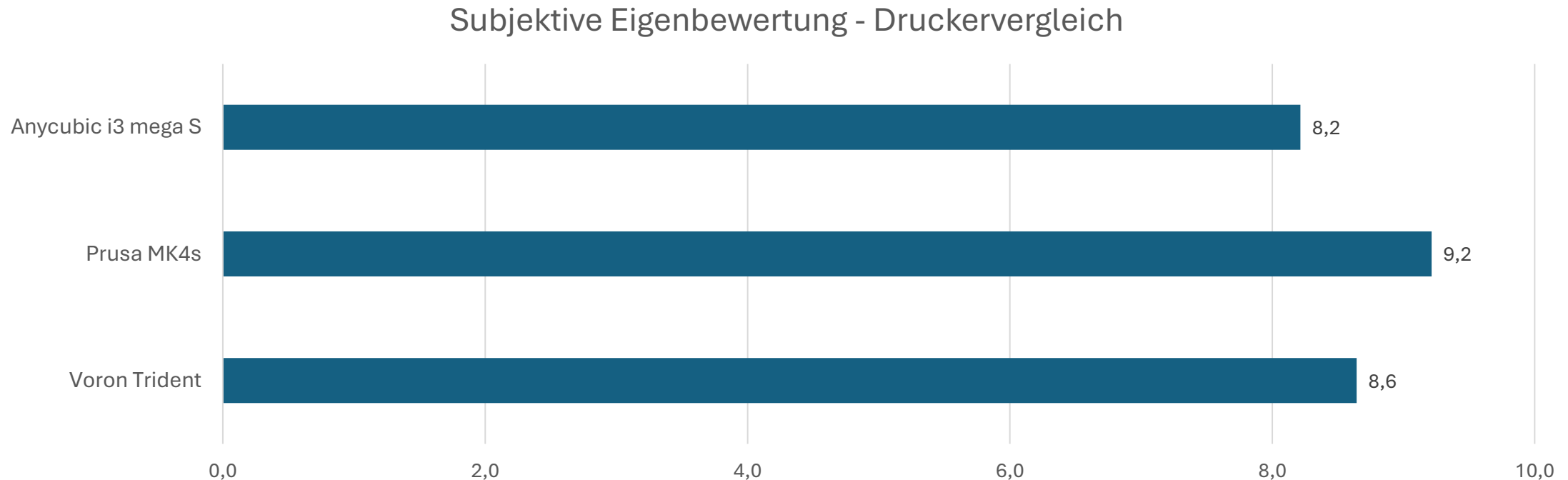
3. Druckervergleich

Subjektive Laienbewertung - Druckervergleich



3. Druckervergleich

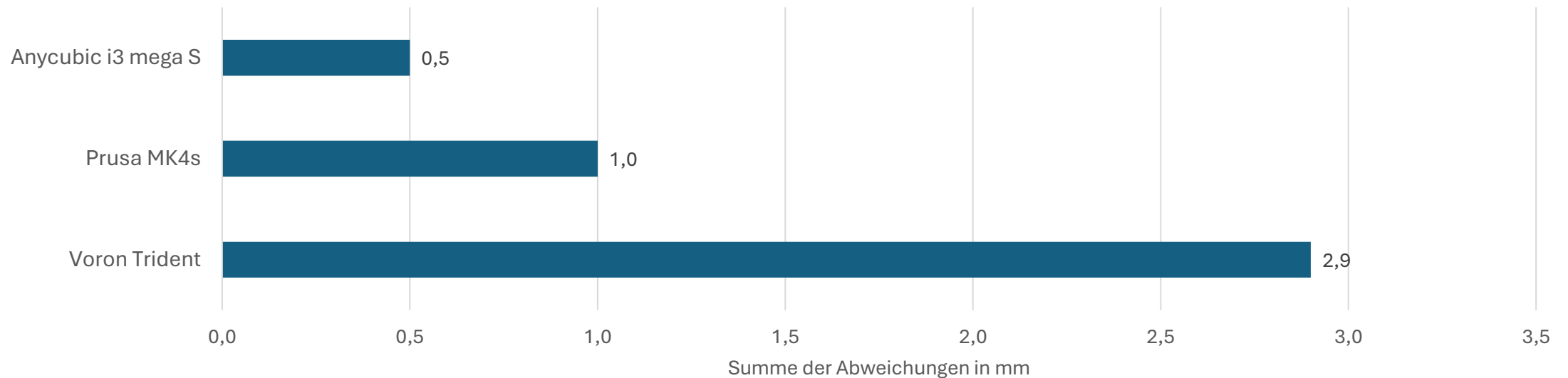
	Druckervergleich		Subjektive Eigenbewertung								
		Stringing	Materialansammlungen	Bridge	Überhang unterseite	Oberfläche	Schrift	Layerverschiebung			Durchschnitt
Voron Trident		8	10	9,5	10	8	5	10			8,6
Prusa MK4s		9,5	10	10	10	9	6	10			9,2
Anycubic i3 mega S		9	7	8	8	9,5	7	8			8,2



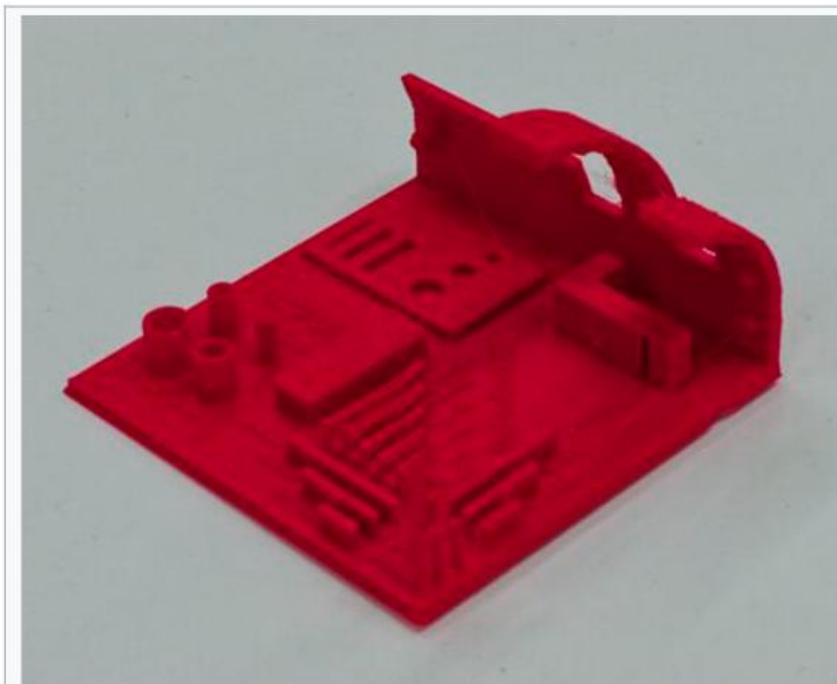
3. Druckervergleich

	Objektive Eigenbewertung											
	Zylinder - Durchmesser				- höhe		Bridge - länge		- 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

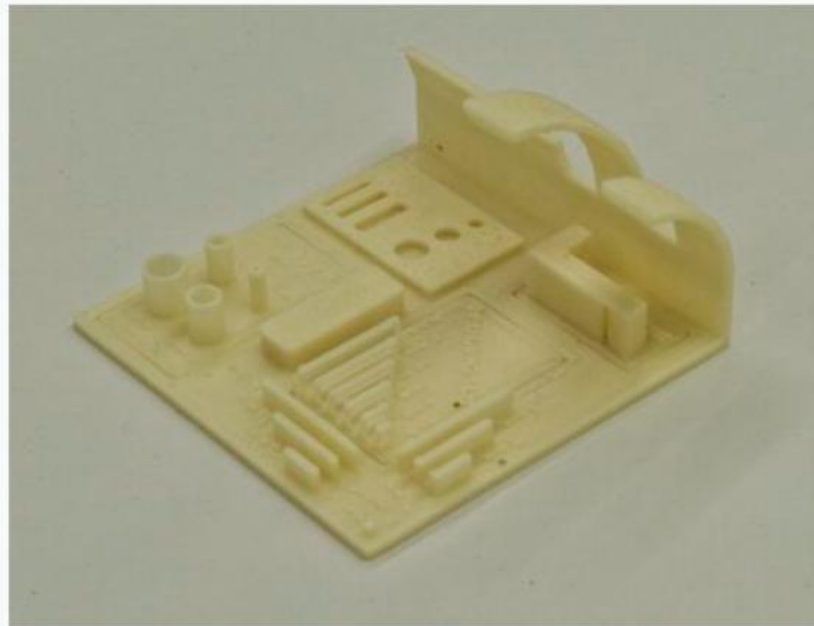
Objektive Bewertung - Druckervergleich



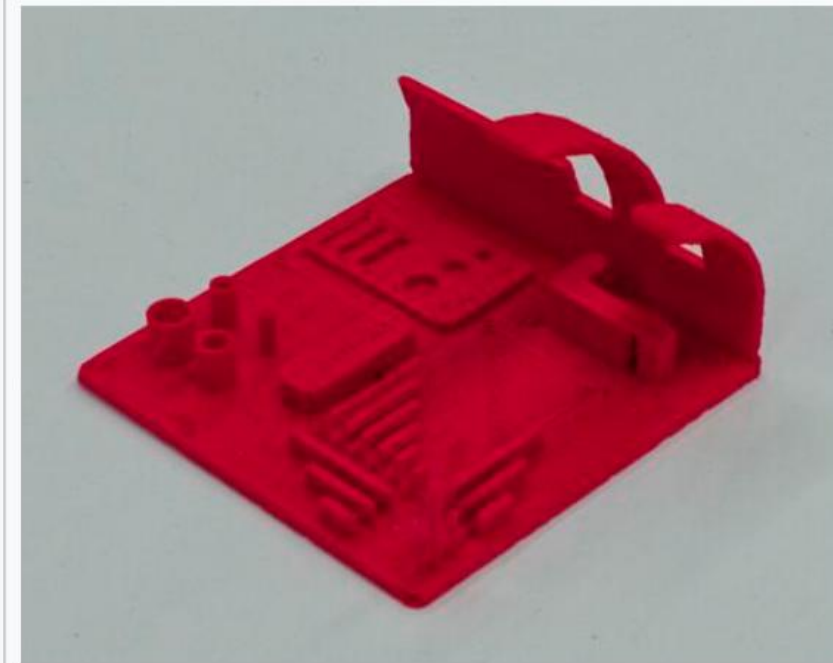
3. Druckervergleich



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

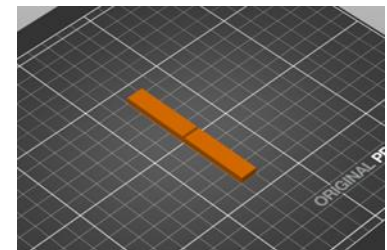
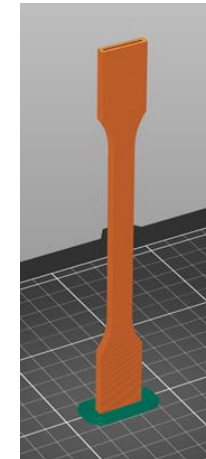
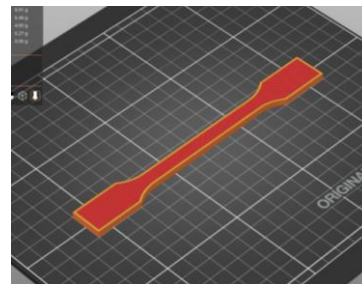
- Mechanische Belastbarkeit von 3D-Druckteilen testen
 - Material: GreenTEC Pro
- Einflüsse in Kaffeemaschine
 - Wasser
 - Hitze
 - Chemie (Reinigungsmittel)



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	$\sigma_{m,2}$	$\varepsilon_{m,2}$	σ_b	ε_b	ε_{tb}
			MPa	MPa	%	MPa	%	MPa	%	%
	Ohne Einflüsse	1	3897	41,9	2,06	41,9	2,06	34,4	-	3
		2	3707	39,2	2,01	39,2	2,01	28,0	-	3
		3	3864	40,0	2,00	40,0	2,00	34,1	-	3
		4	3835	41,0	2,05	41,0	2,05	32,5	-	4
		5	3841	40,6	2,00	40,6	2,00	33,2	-	3
		6	3831	40,2	2,02	40,2	2,02	29,8	-	4
	Ohne Einflüsse Z-Richtung	1	2763	-	-	-	-	16,5	0,7	1
		2	2794	-	-	-	-	17,3	0,7	1
		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 Chlorklösung 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/Extrudr/Materialsicherheit/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

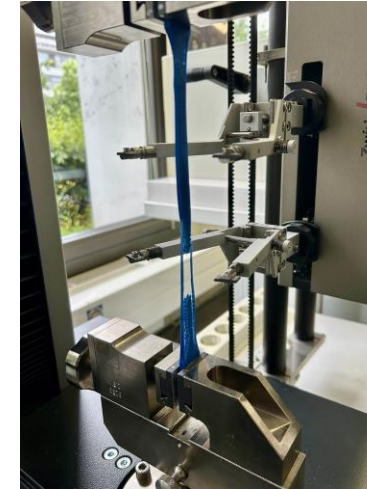
3. EIGENSCHAFTEN

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

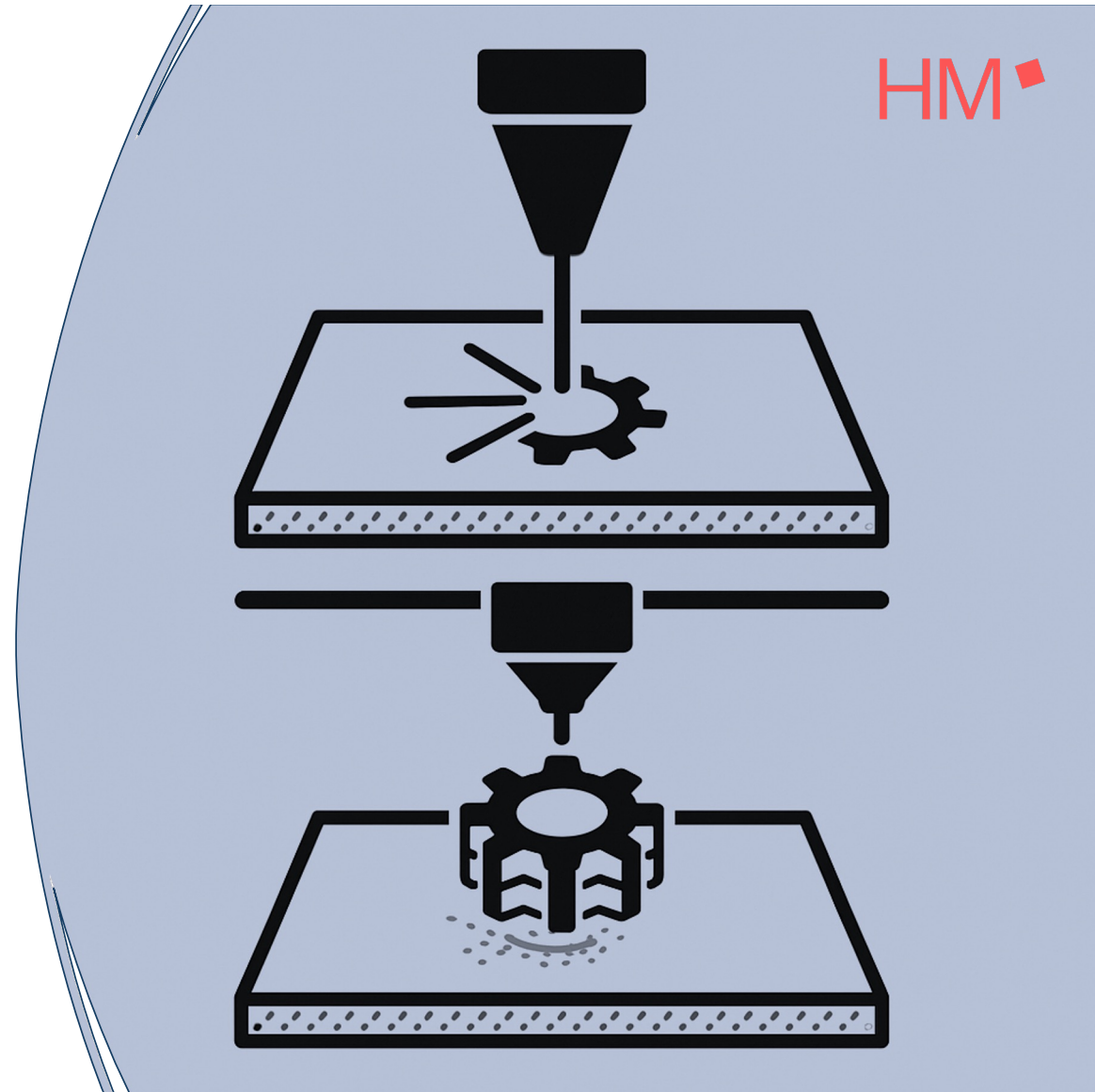
1. Übersicht über das Vorgehen
2. Lasergravur von Druckplatten
3. Prägedruck auf Druckplatten
4. Zusammenfassung und Ausblick



1. Übersicht über das Vorgehen

HM

- 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

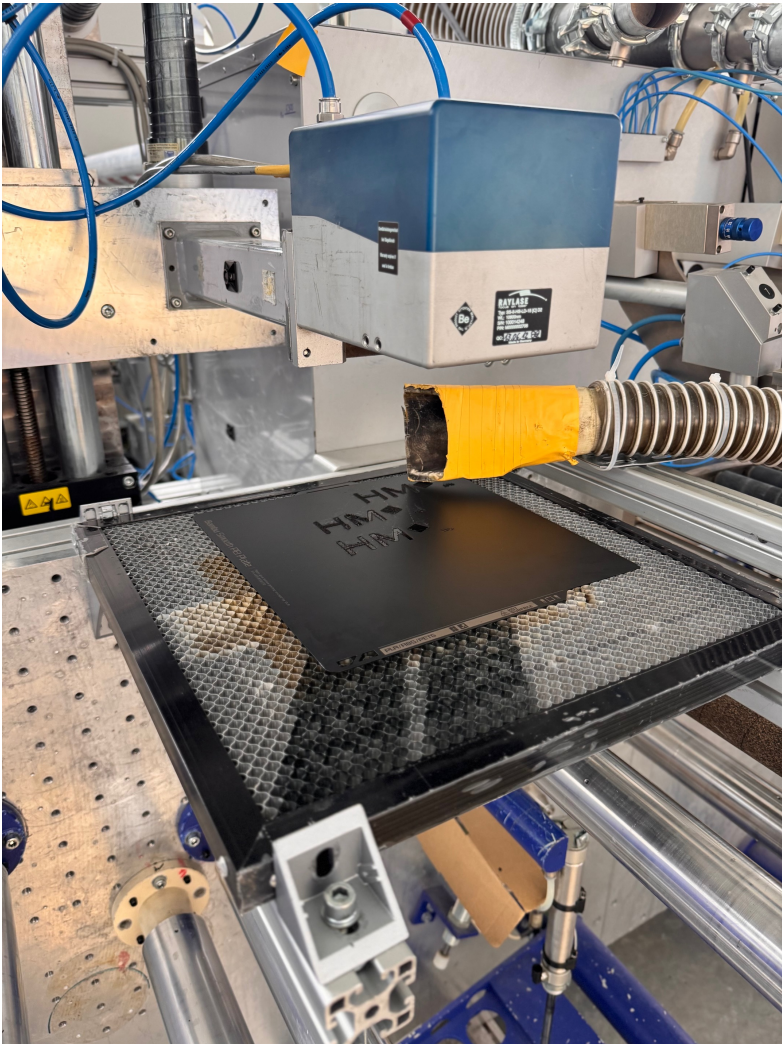


2. Lasergravur von Druckplatten

Prozess/Vorgehen

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

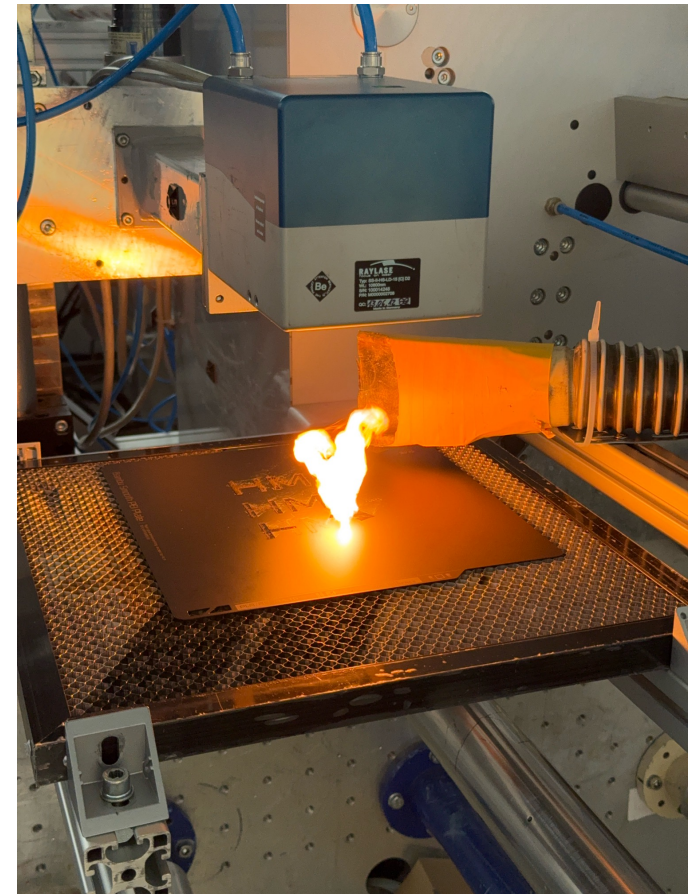




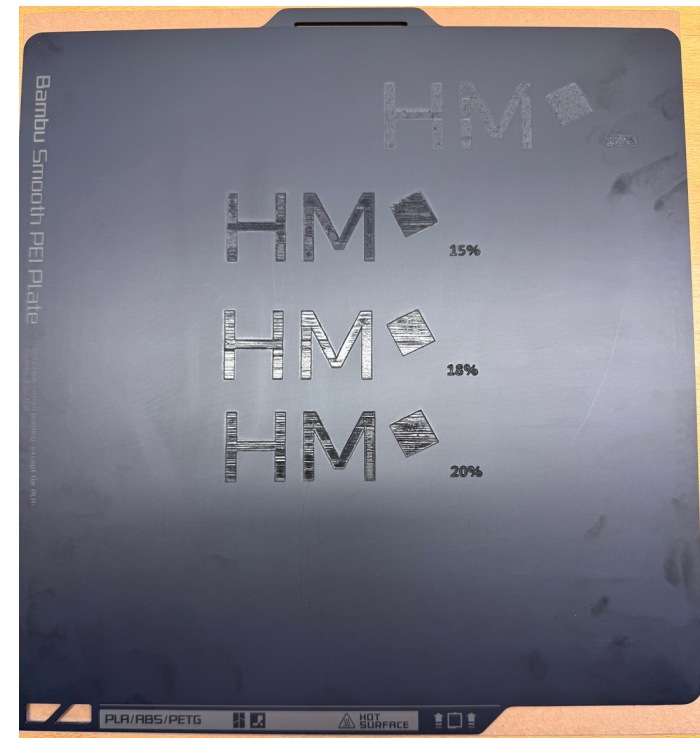
2. Lasergravur von Druckplatten

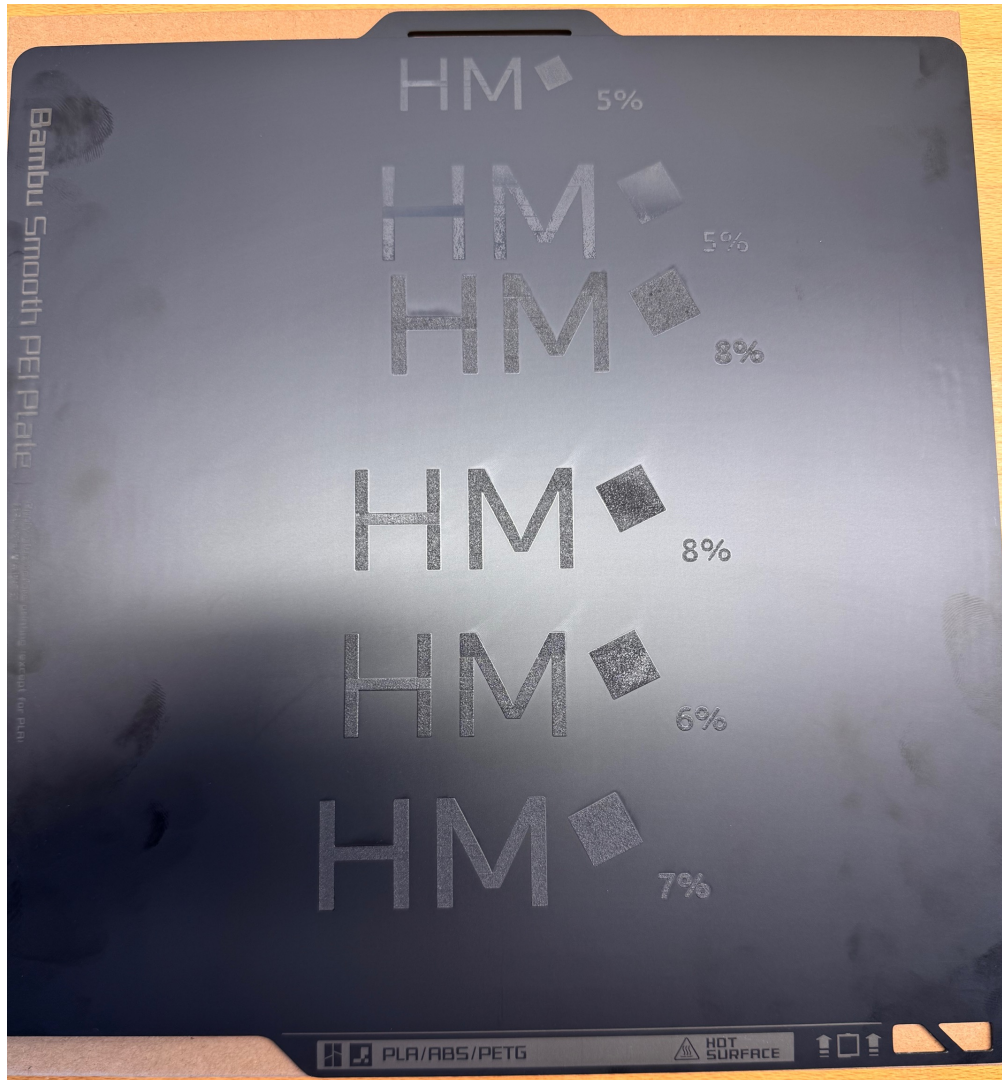
Prozess/Vorgehen

- 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



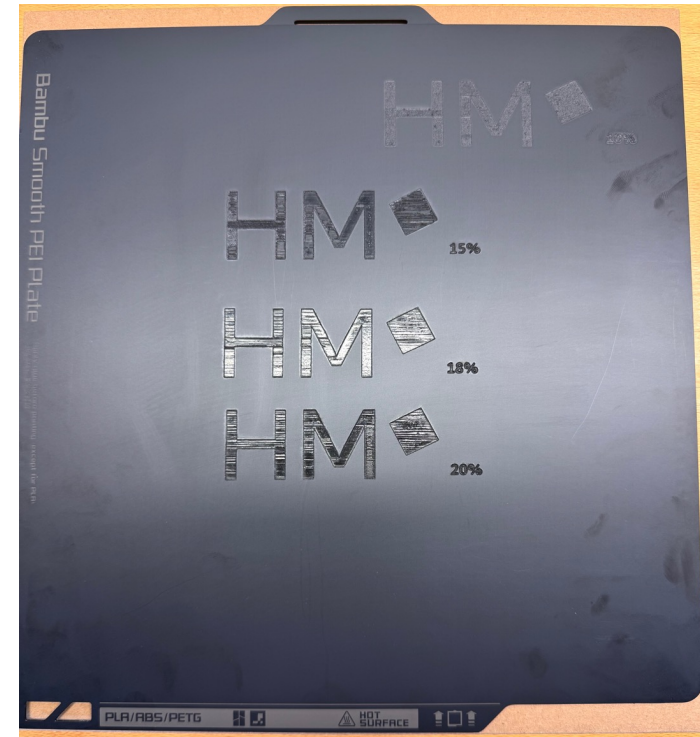


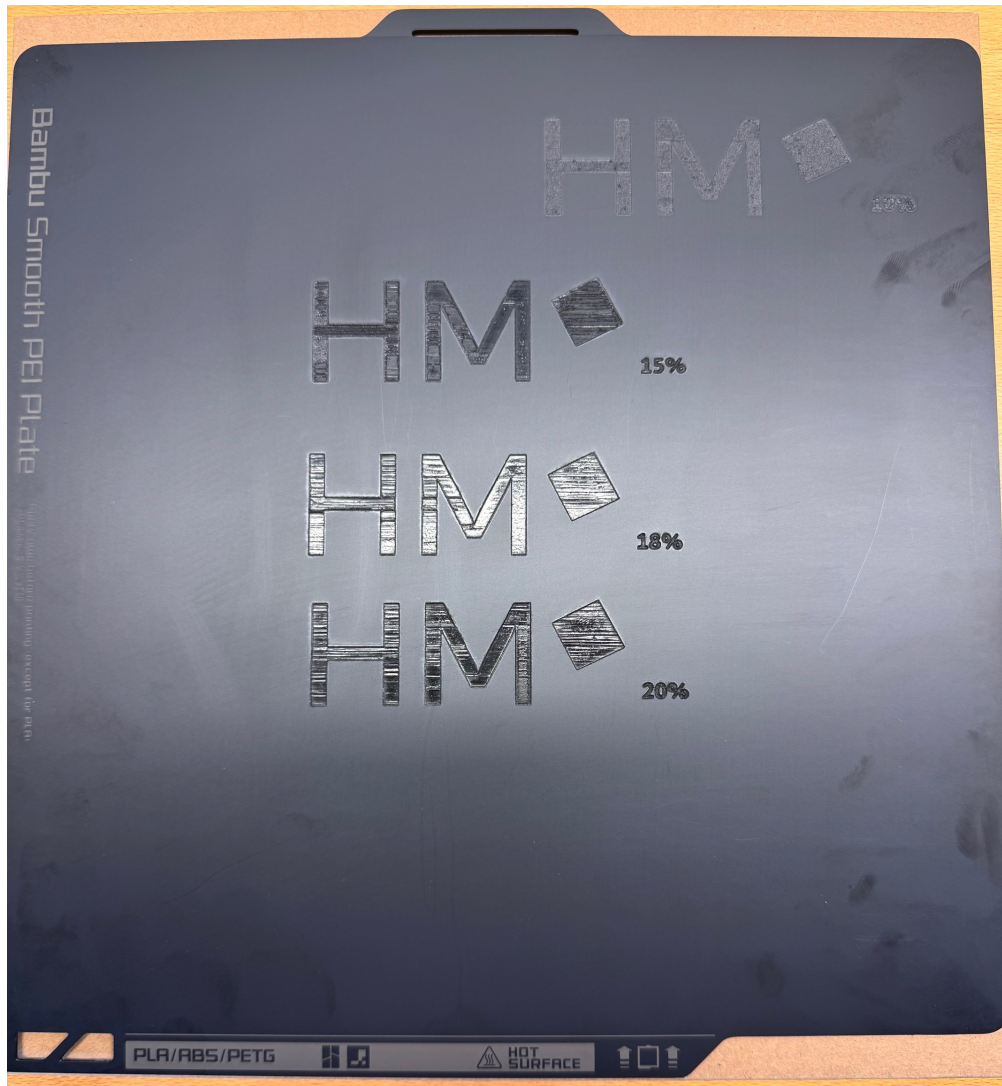
Logo mit niedrigen Leistungen (60 W – 100 W)

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

→ Viel Potential für Druck

2. Lasergravur von Druckplatten Ergebnisse





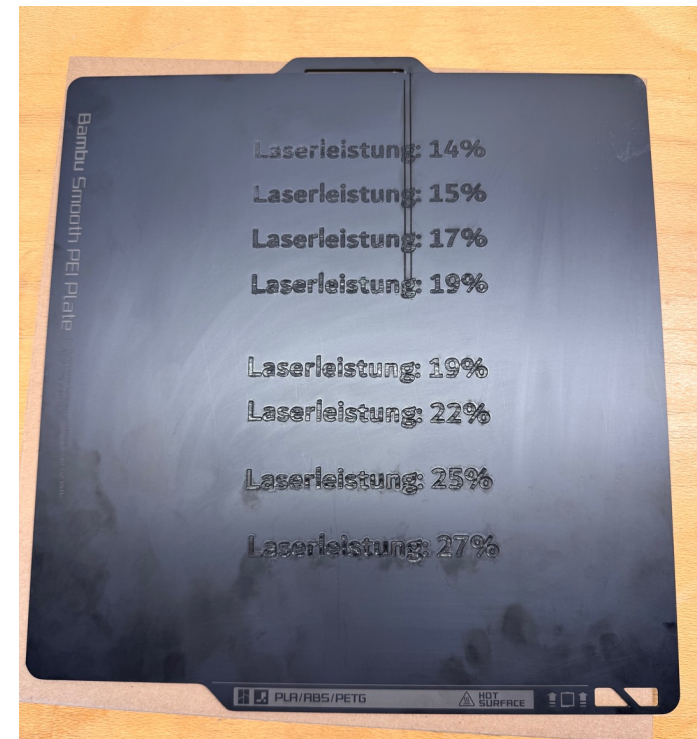
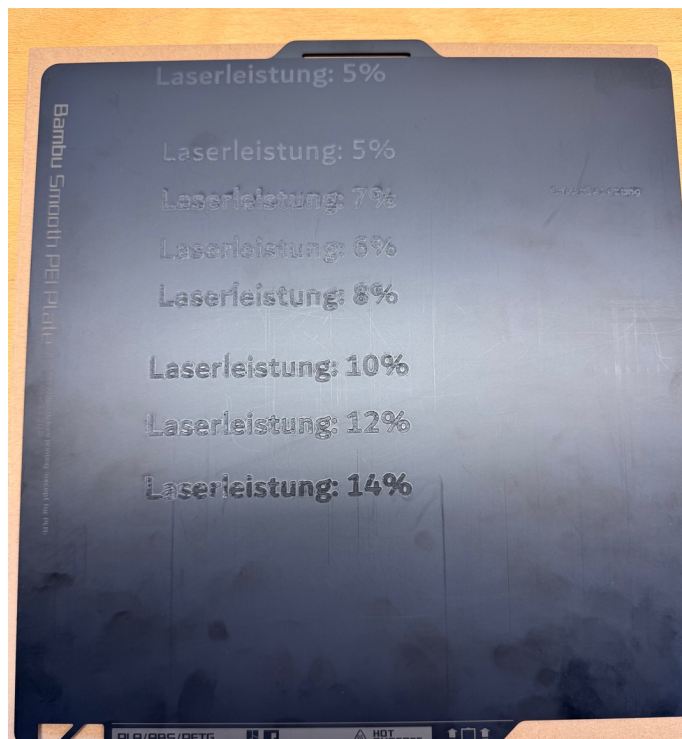
Logo mit hohen Leistungen (195 W – 300 W)

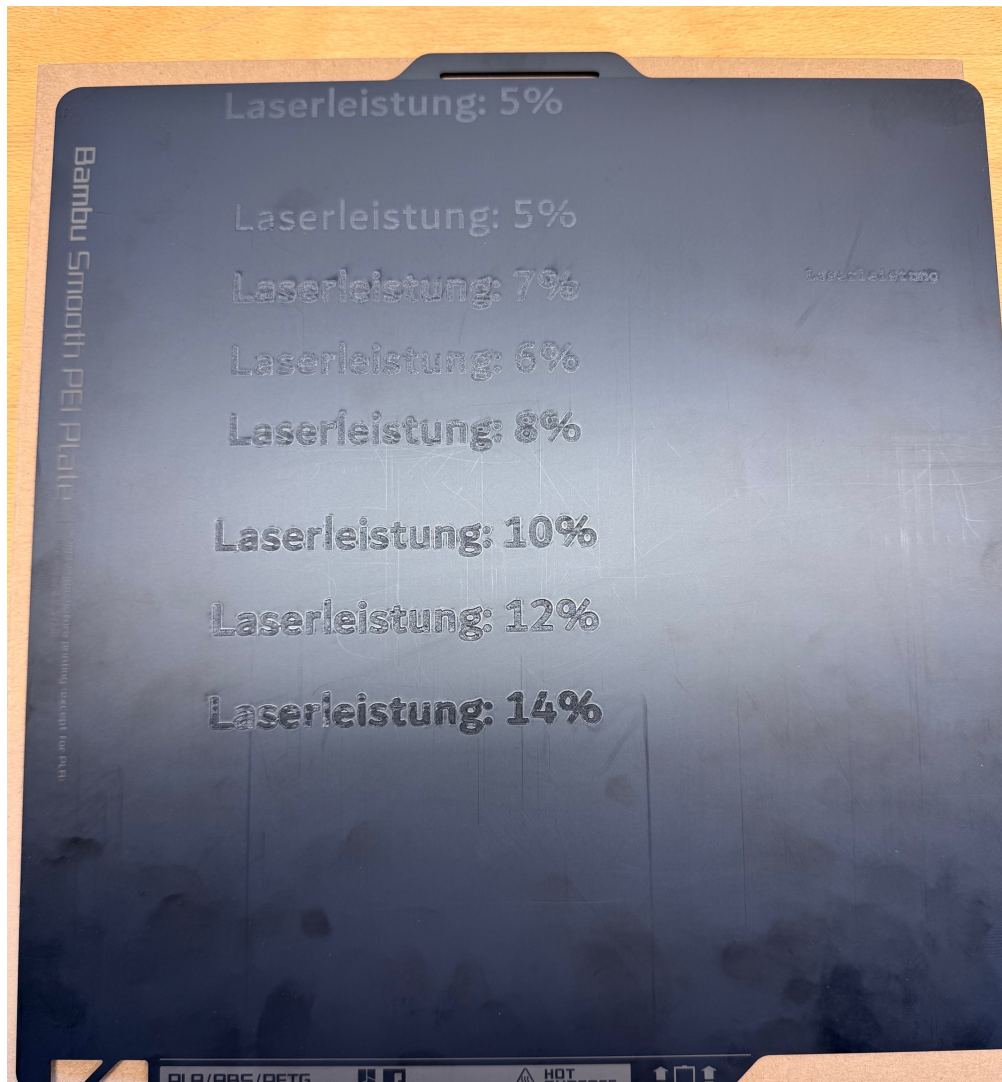
- Vollständiger Materialabtrag
- Klebeschicht der PEI Beschichtung freigesetzt
- Leicht ausgefranzte Details
- Tiefe Furchen

→ Ausfransungen und klebrige Oberfläche birgt Probleme für Druck

2. Lasergravur von Druckplatten

Ergebnisse





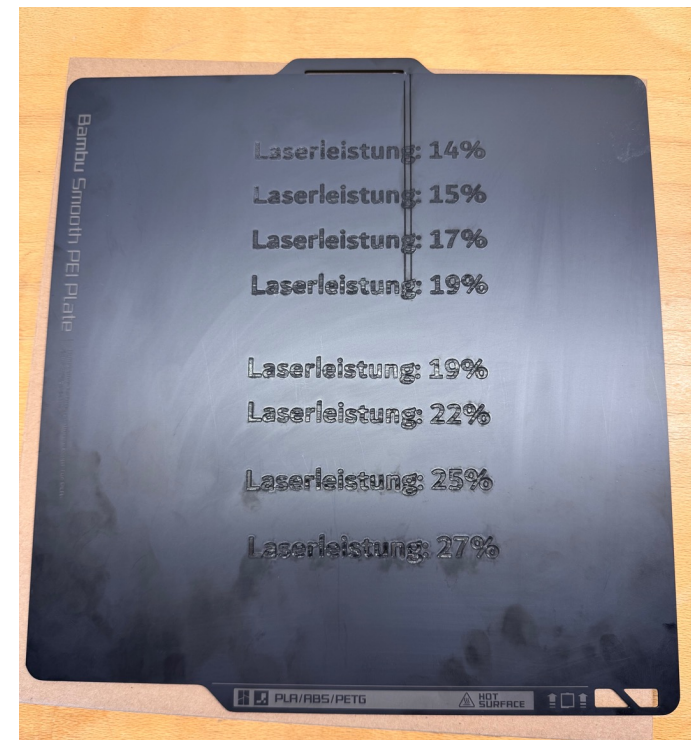
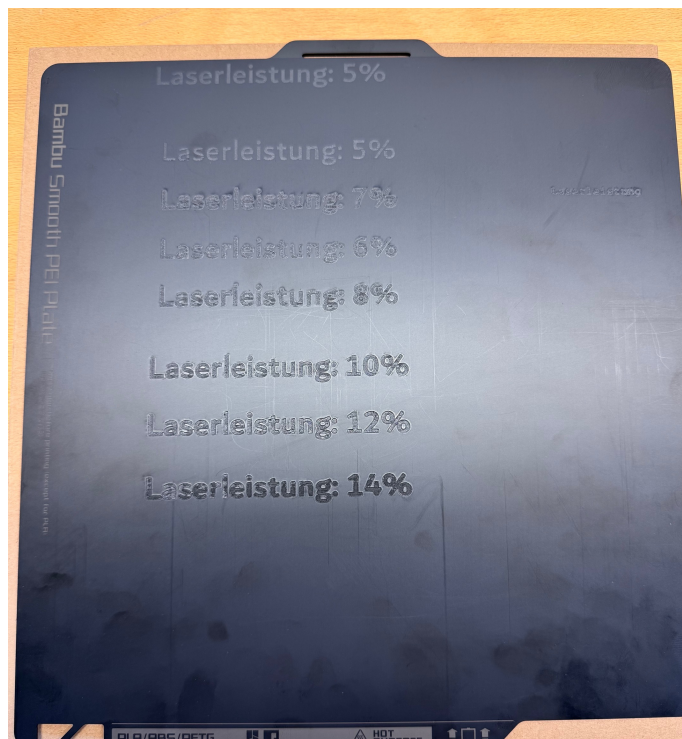
Schriftzüge mit niedrigen Leistungen (60 W – 180 W)

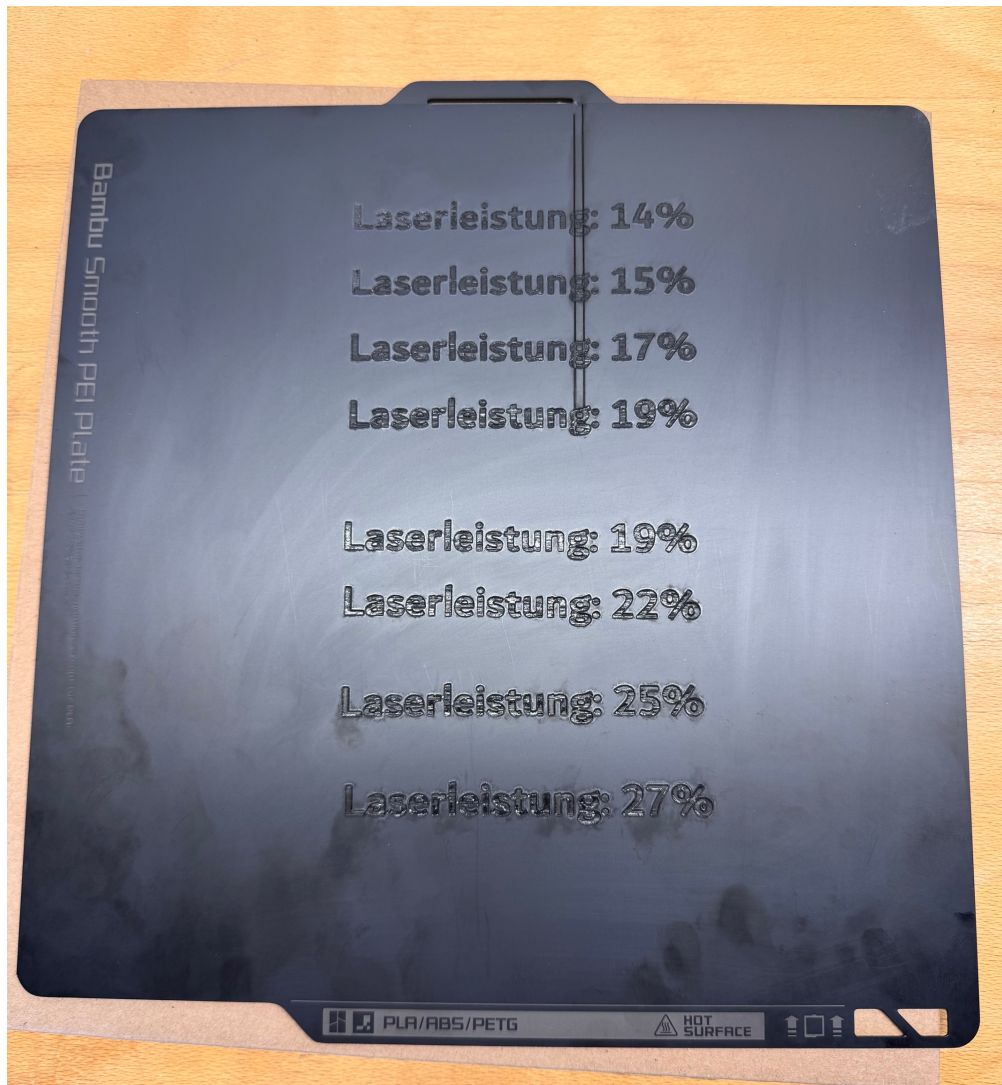
- Gleiches Ergebnis wie Logos
- erhobene und matte/rauhe Gravur
- Fehlerfreie Darstellung auch kleiner Details

→ Viel Potential für Druck

2. Lasergravur von Druckplatten

Ergebnisse





Schriftzüge mit hohen Leistungen (180 W – 400 W)

- Klebrige Oberflächen
- Leicht ausgefranzte Details
- Tiefe Furchen

→ Ausfransungen und klebrige Oberfläche birgt Probleme für Druck

3. Prägedruck auf Druckplatten

Prozess/Vorgehen

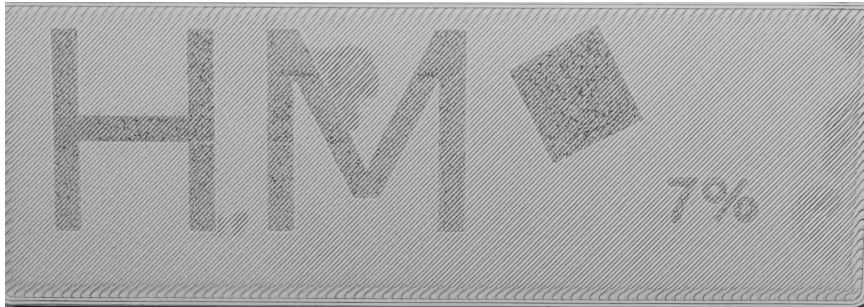
- BambuLab X1 Carbon Drucker
- Silberner/weißer PLA Kunststoff
- 5mm Plättchen als Prüfkörper
- Erwartung: Prägedruck auf erste Druckschicht
- Druckgeschwindigkeit 1. Schicht: 50 mm/s



3. Prägedruck auf Druckplatten

Ergebnisse

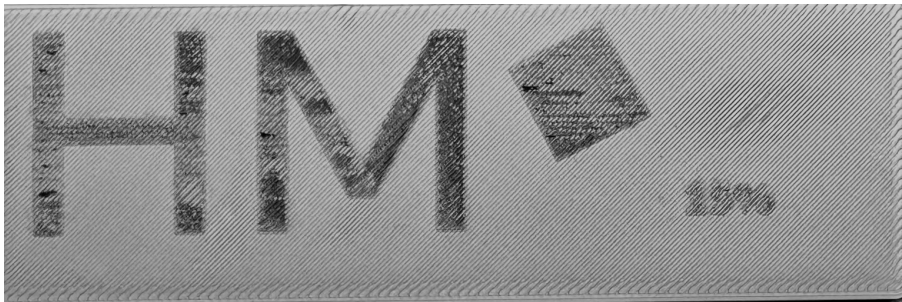


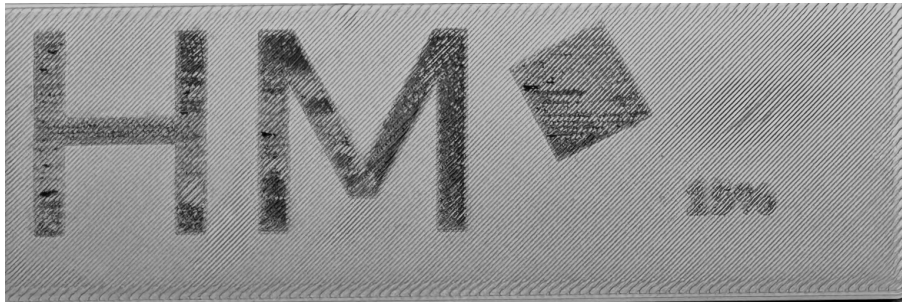


Druck auf Gravuren mit niedrigen Leistungen

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

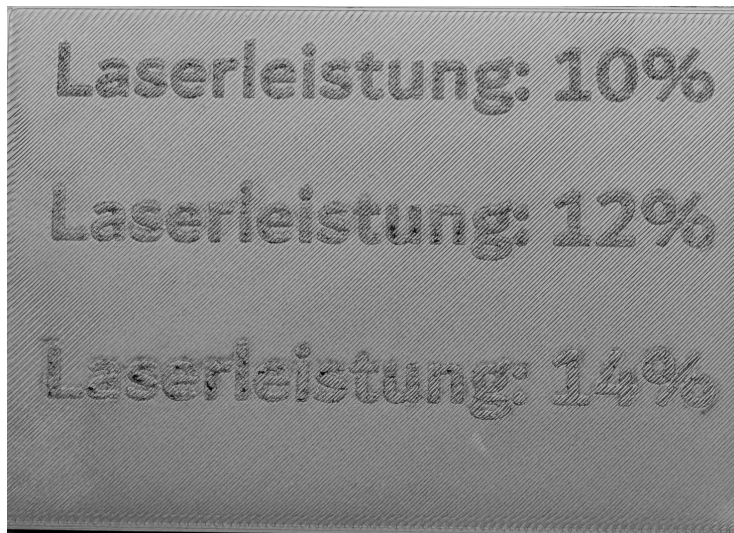
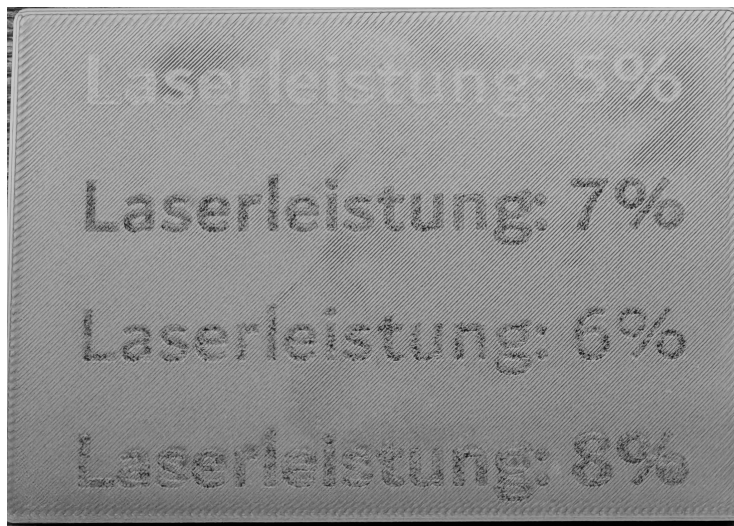
3. Prägedruck auf Druckplatten Ergebnisse





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