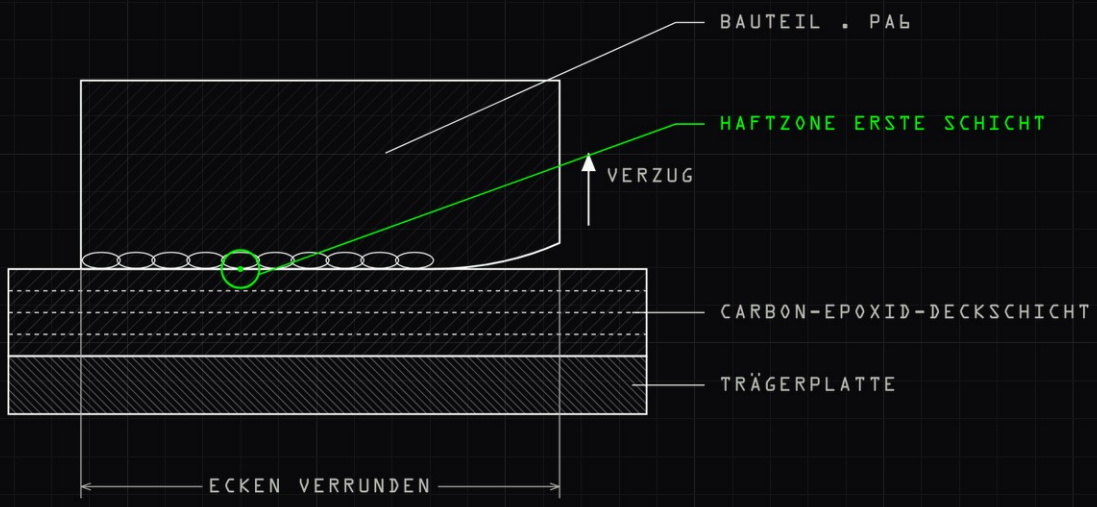
FIBERTHREE

SCHNITT A–A . ERSTE SCHICHT



WHITE PAPER . WP007

DRUCKBETT UND HAFTUNG

Was bestimmt die Haftung der ersten Schicht, und welche Oberfläche passt zu welchem Kunststoff?

DOKUMENT
WP007
FIBERTHREE WHITE PAPER

STAND
11.2026
VERSION 1.0

INHALT

01 Ausgangslage 4

02 Was die Haftung bestimmt 5

- Druckbetttemperatur 5
- Die Platte entscheidet, wie stabil die Haftung bleibt 5
- Erste Schicht 10

03 Oberflächen im Vergleich 7

04 Fiberthree-Druckplatten 8

- Warum Faserverbund für Polyamid 8
- Unsere Erfahrung 8
- Verfügbarkeit 8

05 Einstellungen je Materialfamilie 10

- Erste Schicht 10

06 Fehlerbilder, Pflege, Reinigung 12

- Pflege 12

07 Fazit 13

- Quellen 13

Über Fiberthree 14

- White-Paper-Reihe 14

00 . EXECUTIVE SUMMARY

Die Haftung der ersten Schicht entscheidet, ob ein Druck gelingt. Sie hängt vor allem vom Werkstoff der Druckplatte, von der Bett- und Düsentemperatur und von der ersten Schicht ab. Forschung der TU Darmstadt zeigt, dass sich die Haftkraft je nach Oberfläche innerhalb von 20 Minuten um bis zu 60 % ändern kann. Auf harzgebundenen Faserverbundplatten blieb sie dagegen stabil.

Fiberthree-Druckplatten gibt es für Prusa, Raise3D und Bambu Lab. Für Ultimaker sind keine Platten mehr erhältlich.

AUF EINEN BLICK

- **Polyamid** auf harzgebundenen Faserverbundplatten drucken, etwa den Fiberthree-Druckplatten. Sie halten zuverlässig, kommen ohne Haftmittel aus und geben Bauteile nach dem Abkühlen frei.
- **Druckbett** etwas über der Glasübergangstemperatur des Kunststoffs einstellen.
- **Erste Schicht** langsam, leicht angedrückt und mit etwas mehr Fluss drucken.
- **PP** braucht eine artverwandte Oberfläche, mit Glasfaser wird es deutlich einfacher.

Empfehlung: Polyamid auf harzgebundenen Faserverbundplatten drucken, das Druckbett etwas über Tg einstellen und Bauteile erst nach dem Abkühlen lösen.

bis 60 %	ca. 100 N	3
Änderung der Haftkraft in 20 Minuten, TU Darmstadt	Haftkraft-Änderung bei 40 K am Druckbett	Druckerfamilien mit Fiberthree-Druckplatte

01 AUSGANGSLAGE

Die erste Schicht ist das Fundament jedes FFF-Bauteils. Haftet sie nicht, löst sich das Bauteil während des Drucks, verzieht sich an den Ecken oder reißt ab. Haftet sie zu stark, lässt es sich danach nur mit Gewalt lösen, und Bauteil oder Druckplatte werden beschädigt.

Gesucht ist also eine Druckplatte, die während des Drucks fest hält und nach dem Abkühlen leicht freigibt. Das gilt besonders für teilkristalline Kunststoffe wie Polyamid und PP, die beim Abkühlen stark schrumpfen und mit großer Kraft an der ersten Schicht ziehen.

Dieses Paper erklärt, was die Haftung bestimmt, vergleicht die gängigen Oberflächen und stellt unsere Fiberthree-Druckplatten vor, die wir für Prusa, Raise3D und Bambu Lab anbieten.

Die Kapitel behandeln zuerst die Einflussgrößen der Haftung, vergleichen dann die gängigen Oberflächen und stellen die Fiberthree-Druckplatten vor. Danach folgen Einstellungen je Materialfamilie sowie Fehlerbilder, Pflege und Reinigung.

ABB. 1: SCHEMASKIZZE
SCHNITT A–A . ERSTE SCHICHT

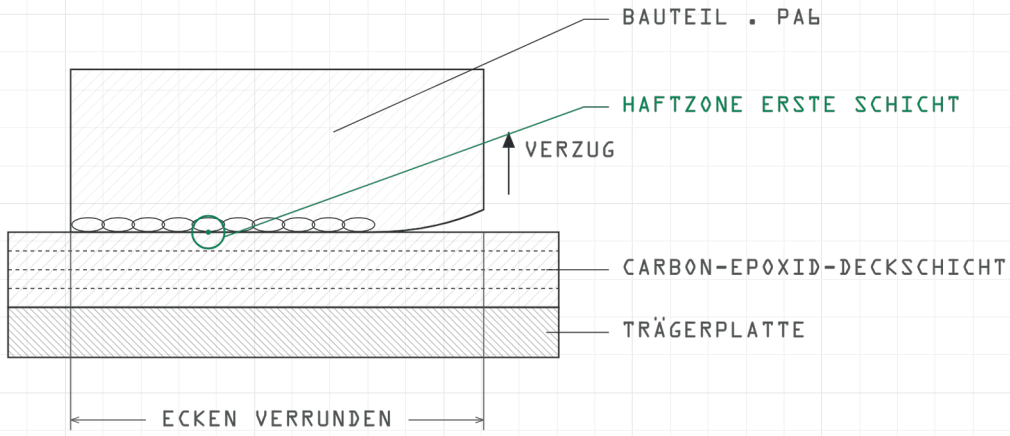


ABB. 1 Erste Schicht auf der Carbon-Epoxid-Druckplatte, schematisch, nicht maßstäblich.

02 WAS DIE HAFTUNG BESTIMMT

Obwohl die Haftung im FFF-Prozess so wichtig ist, wurde sie lange kaum wissenschaftlich untersucht. Daniel Laumann hat sie an der TU Darmstadt mit einem eigens entwickelten Messverfahren nach DIN EN 28510-1 systematisch vermessen [Laumann, Dissertation TU Darmstadt]. Als Einflussgrößen identifizierte er:

- den Werkstoff der Druckplatte
- die Temperaturen von Düse und Druckbett
- die Druckgeschwindigkeit
- die Dicke der ersten Schicht
- den Feuchtegehalt des Filaments
- die Kontaktzeit

DRUCKBETTTEMPERATUR

Die Haftung steigt deutlich, wenn das Druckbett etwas über der Glasübergangstemperatur des Kunststoffs liegt [Spoerk et al. 2018]. Der Kunststoff bleibt dann an der Grenzfläche weich genug, um sich an die Oberfläche anzuschmiegen. Laumann maß, dass 40 °C mehr oder weniger am Druckbett die Haftkraft um etwa 100 N verändern können.

DIE PLATTE ENTSCHEIDET, WIE STABIL DIE HAFTUNG BLEIBT

Die Haftung ist nicht konstant. Laumann et al. zeigten, dass sich die Haftkraft von PLA und Polyamid innerhalb von 20 Minuten um bis zu 60 % verändern kann, je nach Plattenwerkstoff und Temperatur [Laumann et al. 2024]. Auf Messing und Borosilikatglas ging die Haftung nach dem Sandstrahlen vollständig verloren, auf einem harzgebundenen Faserverbund (Pertinax) blieb sie unverändert. Die Autoren führen das auf Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Kunststoff und harzgebundenen beziehungsweise glasartigen Oberflächen zurück.

ERSTE SCHICHT

Für PP-Werkstoffe maßen Spoerk et al. höhere Haftkräfte mit höherer Bett- und Düsentemperatur, höherem Fluss und dünnerer erster Schicht [Spoerk et al. 2018, Polymers]. Das gilt sinngemäß für alle

Kunststoffe: Die erste Schicht wird leicht angedrückt und mit etwas mehr Material gedruckt, damit sie die Oberfläche vollständig benetzt.

Für die Praxis lassen sich daraus drei Stellschrauben ableiten, die in der Hand des Anwenders liegen: die passende Oberfläche, die richtige Betttemperatur und eine sauber eingestellte erste Schicht. Feuchte im Filament kommt als vierte hinzu und wird mit der Trocknung nach WP002 ausgeschlossen.

Wichtig ist, dass die Haftung zeitlich stabil bleibt. Ein Bauteil, das in den ersten Minuten gut haftet, kann sich nach Stunden noch lösen, wenn die Oberfläche nicht zum Kunststoff passt.

03 OBERFLÄCHEN IM VERGLEICH

Es gibt keine Oberfläche, die für alle Kunststoffe gleich gut ist. Für Polyamid haben sich harzgebundene Faserverbundplatten am besten bewährt.

OBERFLÄCHE	GUT GEEIGNET FÜR	PROBLEMATISCH FÜR	HINWEISE
Glas (Borosilikat)	PLA, PETG mit Haftmittel	PA, PP	Sehr eben. Haftung lässt sich zeitlich schlecht halten, oft nur mit Klebestift oder Haftspray
PEI, glatt oder texturiert	PLA, PETG, ABS, ASA, PC	PA (oft zu schwach oder zu stark), PP	Weit verbreitet auf Federstahlblechen. PETG kann auf glattem PEI zu stark haften
Faserverbund, harzgebunden (Carbon-Epoxid, Glas-Epoxid, Pertinax)	PA6, PA12, faserverstärkte Polyamide, PC	PP	Sehr gute, gleichbleibende Haftung für Polyamid. Löst sich nach dem Abkühlen gut. Fiberthree-Druckplatten
PP- oder PE-Platten	PP, PP-Composites	alle anderen	PP haftet nur auf artverwandten Oberflächen, kann aber anschweißen
Klebeband, Haftmittel	Notlösung für viele Kunststoffe	–	Verbrauchsmaterial, Rückstände am Bauteil

TAB. 1 Druckbett-Oberflächen im Vergleich.

Für PP gilt eine Sonderregel: Es haftet auf den üblichen Oberflächen kaum und schweißt auf PP-Platten leicht an. Spoerk et al. fanden ultrahochmolekulares Polyethylen (UHMW-PE) als geeignete Plattform [Spoerk et al. 2018, Polymers]. Mit Glasfaser gefülltes PP wie F3 PP GF 25 verzieht sich deutlich weniger und haftet laut Datenblatt sehr gut auf dem Druckbett.

04 FIBERTHREE-DRUCKPLATTEN

Unsere Druckplatten bestehen aus einem harzgebundenen Carbonfaser-Verbund. Sie sind auf unsere Polyamid-Filamente abgestimmt: Sie sollen während des Drucks zuverlässig halten und die Bauteile danach sauber freigeben.

WARUM FASERVERBUND FÜR POLYAMID

- **Gleichbleibende Haftung:** Auf harzgebundenen Faserverbundoberflächen bleibt die Haftung auch über lange Druckzeiten stabil. Das deckt sich mit den Messungen von Laumann et al. an Pertinax, einer verwandten Werkstoffgruppe.
- **Freigabe nach dem Abkühlen:** Bauteile lösen sich, sobald Platte und Bauteil abgekühlt sind, meist ohne Werkzeug.
- **Keine Haftmittel:** Polyamid haftet direkt auf der Platte, ohne Klebestift oder Spray. Unsere Datenblätter nennen ausdrücklich die exzellente Haftung auf epoxidbasierten Faserplatten.
- **Robust:** Die Oberfläche ist beständig gegen die Temperaturen, die Polyamid und PC am Druckbett brauchen.

UNSERE ERFAHRUNG

In unserem eigenen Druckerpark mit über 30 Maschinen drucken wir Polyamide und faserverstärkte Filamente auf diesen Platten, vom Probekörper bis zur Kleinserie. Die Erfahrungen sind sehr gut: Die erste Schicht haftet zuverlässig, große und flache Bauteile verziehen sich weniger, und die Platten halten lange.

VERFÜGBARKEIT

DRUCKER	FIBERTHREE-DRUCKPLATTE
Prusa	verfügbar
Raise3D	verfügbar
Bambu Lab	verfügbar
Ultimaker	nicht mehr verfügbar

TAB. 2 Verfügbarkeit der Fiberthree-Druckplatten.

Für Ultimaker-Drucker bieten wir keine Platten mehr an.

Die Platten werden ohne Klebestift oder Spray verwendet. Damit entfällt ein Arbeitsschritt, und die Unterseite der Bauteile bleibt frei von Rückständen. Für gleichbleibende Ergebnisse genügt es, die Platte sauber und fettfrei zu halten und Bauteile erst nach dem Abkühlen zu lösen.

Wer mehrere Drucker betreibt, profitiert zusätzlich davon, dass sich die Haftung auf allen Platten gleich verhält. Druckprofile lassen sich so zwischen Maschinen übertragen.

05 EINSTELLUNGEN JE MATERIALFAMILIE

Als Ausgangspunkt gilt: Druckbett etwas über der Glasübergangstemperatur des Kunststoffs. Die genauen Werte stehen im technischen Datenblatt des Filaments.

MATERIALFAMILIE	FIBERTHREE-FILAMENTE	EMPFOHLENE OBERFLÄCHE	DRUCKBETT	HINWEISE
PA6	F3 PA-CF Pro, F3 PA-GF Pro, F3 PA-GF30 Pro, F3 PA Pure Pro, F3 PA ESD	Fiberthree-Druckplatte	ca. 70–90 °C	Filament trocken (WP002). Datenblatt-Probekörper von F3 PA-GF30 Pro bei 70 °C gedruckt
PA12	F3 PA-CF Lite, F3 PA Pure Lite	Fiberthree-Druckplatte	ca. 60–80 °C	Exzellente Haftung auf epoxidbasierten Faserplatten laut Datenblatt
PC	F3 PC CF 150	Fiberthree-Druckplatte oder PEI	ca. 100–110 °C	Geschlossener Bauraum empfohlen
PP	F3 PP GF 25	nach Datenblatt, PP- oder PE-Platte	80 °C laut Datenblatt	Glasfaser reduziert den Verzug deutlich
PLA	F3 PLA GF	PEI oder Glas	ca. 50–60 °C	unkritisch
TPU	F3 TPU 80A, F3 TPU 98A	PEI oder Glas	ca. 40–60 °C	Haftet oft sehr stark, Trennmittel kann helfen

TAB. 3 Druckbett-Einstellungen je Materialfamilie.

ERSTE SCHICHT

- Abstand Düse zu Platte so einstellen, dass die erste Schicht leicht angedrückt wird.
- Erste Schicht langsam drucken, etwa mit halber Geschwindigkeit.
- Fluss für die erste Schicht leicht erhöhen, damit die Oberfläche vollständig benetzt wird.

- Bauteillüfter für die erste Schicht aus, bei Polyamid generell gering.

06 FEHLERBILDER, PFLEGE, REINIGUNG

FEHLERBILD	URSACHE	ABHILFE
Ecken heben sich während des Drucks	Schrumpfkräfte größer als Haftung	Bett wärmer, erste Schicht dichter an der Platte, Ecken verrunden (WP004), faserverstärktes Filament wählen
Erste Schicht haftet gar nicht	Abstand zu groß, Platte verschmutzt, falsche Oberfläche	Abstand prüfen, Platte reinigen, Oberfläche nach Tabelle wählen
Haftung lässt nach Stunden nach	Haftung zeitlich nicht stabil, Bauraum kühlt ab	Faserverbundplatte statt Glas, geschlossener Bauraum
Bauteil lässt sich nicht lösen	Haftung zu stark, Platte noch warm	Platte vollständig abkühlen lassen, bei Bedarf Trennschicht
Ausrisse in der Platte	Bauteil im warmen Zustand abgehebelt	Erst abkühlen, dann lösen. Kein Spachtel mit scharfer Kante
Blasen oder raue Unterseite	Feuchtes Filament	Filament trocknen (WP002)

TAB. 4 Fehlerbilder an der ersten Schicht und Abhilfe.

PFLEGE

- **Fettfrei halten:** Fingerabdrücke verringern die Haftung. Platte nur am Rand anfassen.
- **Reinigen:** mit Isopropanol und einem fusselfreien Tuch, bei starker Verschmutzung mit warmem Wasser und Spülmittel, danach gut trocknen.
- **Keine Haftmittel-Reste:** Rückstände von Klebestift oder Spray vollständig entfernen, bevor Polyamid gedruckt wird.
- **Bauteile kalt lösen:** Das schont Platte und Bauteil.

07 FAZIT

Die erste Schicht entscheidet, ob ein Druck gelingt. Für Polyamid haben sich harzgebundene Faserverbundplatten bewährt: Die Haftung bleibt über lange Druckzeiten stabil, Haftmittel sind nicht nötig, und die Bauteile lösen sich nach dem Abkühlen. Druckbett etwas über der Glasübergangstemperatur, eine langsame, leicht angedrückte erste Schicht und eine saubere Platte erledigen den Rest.

Wer unsicher ist, welche Oberfläche zu einem Kunststoff passt, findet in den Tabellen der Kapitel 03 und 05 einen Ausgangspunkt. Die genauen Werte stehen im technischen Datenblatt des jeweiligen Filaments.

QUELLEN

[1] Laumann, D.: Dissertation zur Haftung im FFF-Prozess, TU Darmstadt. https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/26645/1/Daniel_Laumann_genehmigte_Dissertation.pdf

[2] Laumann, Spiehl, Dörsam: Parameters influencing the temporal behavior of adhesion on the build plate in fused filament fabrication. Journal of Adhesion 100(5), 362–379, 2024. https://doi.org/10.1080/00218464.2023.2268538

[3] Laumann, Spiehl, Dörsam: Device for measuring part adhesion in FFF process. HardwareX, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ohx.2022.e00258

[4] Spoerk, Gonzalez-Gutierrez, Sapkota, Schuschnigg, Holzer: Effect of the printing bed temperature on the adhesion of parts produced by fused filament fabrication. Plastics, Rubber and Composites 47(1), 17–24, 2018. https://doi.org/10.1080/14658011.2017.1399531

[5] Spoerk et al.: Optimisation of the Adhesion of Polypropylene-Based Materials during Extrusion-Based Additive Manufacturing. Polymers 10(5), 490, 2018. https://doi.org/10.3390/polym10050490

[6] DIN EN 28510-1: Klebstoffe – Schälprüfung für flexibel/starr geklebte Proben

ÜBER FIBERTHREE

Fiberthree entwickelt und produziert technische Filamente für den FFF-Druck in Darmstadt, mit Polyamid als Herzstück des Portfolios. Zum Ökosystem gehören Druckplatten für Prusa, Raise3D und Bambu Lab sowie die Trockenboxen F3 Safe Light und F3 Safe Long Run. Aus dem Hintergrund als Ingenieurbüro bieten wir darüber hinaus Engineering, Schulungen und Lohnfertigung auf über 30 Druckern an.

WHITE-PAPER-REIHE

Alle White Paper finden Sie auf www.fiberthree.com. Wir aktualisieren die Reihe laufend, maßgeblich ist jeweils die neueste Fassung.

NR.	THEMA	HILFT BEI
WP001	Kunststoffe für den FFF-Prozess: Materialübersicht und Verfahrensvergleich	Werkstoff und Verfahren wählen
WP002	Einfluss von Feuchtigkeit auf Polymere im FFF-Prozess	Filament trocknen und trocken halten
WP003	Tempern und Nachbehandlung von FFF-Bauteilen	Tempern, Konditionieren, Nachbearbeiten
WP004	Fertigungsgerechtes Konstruieren für den FFF-Prozess	Bauteile FFF-gerecht auslegen
WP005	Gewindeeinsätze in FFF-Bauteile einschmelzen	Lösbare Schraubverbindungen
WP006	Düsenwahl für gefüllte Filamente	Düsenwerkstoff und -durchmesser
WP007	**Druckbett und Haftung (dieses Paper)**	**Haftung der ersten Schicht**
WP008	Elektrostatisch ableitfähige Bauteile (ESD) im FFF-Druck	ESD-Bauteile drucken und prüfen
WP009	Lagenhaftung in Aufbaurichtung: Düsentemperatur, Druckgeschwindigkeit und Hotend	Festigkeit in z-Richtung

TAB. 5 Übersicht der Fiberthree White Paper.

FIBERTHREE

START WITH THE RIGHT MATERIAL

ANSCHRIFT

DARMSTADT

FIBERTHREE GMBH
OTTO-HESSE-STR. 19
64293 DARMSTADT

KONTAKT

TELEFON

+49 6151 734 75 900 .
FIBERTHREE.COM

QUALITÄT

ISO 9001

DIN EN ISO 9001:2015 .
INKL. LOHNFERTIGUNG