



# Weitere Filamente

## Filamente für Fortgeschrittene

»Fortgeschritten«, weil diese Filamente nicht ganz so trivial zu drucken sind, trotz guter Voreinstellungen von Bambu Lab. Sie hätten gerne einen geschlossenen Bauraum, reagieren auf die Umgebungstemperatur und es wird die eine oder Testreihe benötigt, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

### ABS

ABS ist der Klassiker unter den Filamenten, der trotz all seiner Nachteile immer noch seine Fans hat. Es ist sehr zäh, sehr schlagfest und erweicht erst wieder bei ca. 100°C, aber gegenüber UV-Strahlung ist es relativ empfindlich, dabei wird es spröde.

ABS schrumpft stark und neigt erheblich zum Verzug beim Erkalten. Verwenden Sie nur wenig Kühlung, sonst reißen die Schichten auseinander.

Zum Drucken ist ein Drucker mit geschlossenem Gehäuse dringend empfohlen, und eine aktive Bauraumheizung wäre hilfreich. Die A1-Serie und der P1P sind damit quasi so gut wie raus. Ich empfehle Dimafix als Haftvermittler für Druckbetten über 80°C, darunter 3DLac.

Beim Druck entstehen Styrol-Dämpfe, die sind nicht ganz ohne, ein geschlossener Drucker mit Filter ist durchaus angebracht.

ABS kann mit Aceton bedampft werden (»Vaporsmoothing«). Es wird dabei spiegelglatt, fast wie Spritzgussoptik.

ABS kann man in Aceton auch komplett auflösen, bei Druckunfällen wie dem Blob des Grauens (Abschnitt 13.6.4) hat es mich durchaus schon gerettet, das Hotend nach einer Grobreinigung in Aceton einzulegen.

### Varianten:

- ABS+ ist leichter zu drucken und hat eine geringere Schrumpfung,
- Low Odor verursacht weniger Gestank.

Im Bambu-Lab-Shop finden wir ABS und ABS-GF mit Glasfaserzusätzen.

## ASA

ASA ist flapsig gesagt »das bessere ABS«. Es ist etwas härter, aber weniger schlagfest. ASA ist resistent gegen UV-Licht und gut witterungsbeständig, damit ist es das perfekte Filament für den Einsatz im Freien. Die Erweichungstemperatur ist tendenziell etwas geringer als bei ABS – sie liegt bei ca. 95°C. Auch ASA kann im Vaporsmoothing-Verfahren mit Aceton geglättet werden, allerdings oft nicht ganz so gut wie ABS.

Bambu Lab bietet ASA, ASA-CF und das leichtgewichtige ASA Aero im eigenen Shop an.

Es lässt sich etwas einfacher drucken als ABS, denn die Schrumpfung und damit das Warping ist etwas geringer.

Ein geschlossener Bauraum wird empfohlen. Es kann auch ohne funktionieren, dann aber unbedingt Zugluft vermeiden. Aber da ASA je nach Marke auch recht unangenehm riechen kann und wie ABS auch bedenkliche Dämpfe beim Druck abgibt, würde ich auf einen Filter nur ungern verzichten.

Ich empfehle Dimafix als Haftvermittler für Druckplatten-Temperaturen weit über 80°C, darunter 3DLac.

ASA kann auf einem A1 und P1P funktionieren, beim A1 mini wird es etwas eng. P1S, Serie X1 und H2D gehen prima.

### Meine Meinung

Tests attestieren ASA rundum geringere Gesundheitsbelastung gegenüber ABS. Ich drucke es trotzdem nur in Druckern mit funktionierender Aktivkohlefilterung und bei offenem Fenster. Hinterher wird der Drucker ausgewischt.

## LW-PLA

Light-Weight-PLA wird bei Bambu Lab »PLA Aero« genannt. Dieser entfernte Verwandte von PLA schäumt beim Druck in Abhängigkeit von der Drucktemperatur und der Geschwindigkeit quasi auf. Der Vorteil ist: Das fertige Druckteil wird wesentlich leichter. Gewichtseinsparungen von bis zu 50% gegenüber Standard-PLA sind durchaus möglich. Damit bekommt man sogar ein Benchy zum Schwimmen – allerdings kentert es immer noch.

Die Stabilität wird mit zunehmender Schäumung immer schlechter im Vergleich zu PLA. Auch die Wärmebeständigkeit ist nur auf PLA-Niveau (ca. 60°C), was draußen im Freien schon eng werden kann – wahrscheinlich aus diesem Grund gibt es inzwischen als Alternative auch ASA Aero von Bambu Lab direkt.

LW-PLA neigt dazu, etwas »nachzulaufen«, zieht gern Fäden (»Stringing«) und es sickert im geheizten Hotend immer etwas aus der Düse (»Oozing«).

### Meine Meinung

Für Modellbauer, die bei jedem Gramm Gewicht besser zweimal hingucken, ist LW-PLA toll. Otto Normaldrucker machen besser einen weiten Bogen darum, denn alles dafür richtig nach Wunsch einzustellen, kann Tage dauern.

### PVB

PVB ist wenig bekannt, es ist PLA sehr ähnlich und lässt sich genauso einfach drucken. Es ist minimal wärmebeständiger als PLA, zeigt etwas bessere Schichthaftung, ist etwas zäher, aber alles macht keinen großen Unterschied.

PVB hat eine besondere Eigenschaft, weswegen ich es hier in dieser Liste mit aufgenommen habe: Es lässt sich wie ABS mit Aceton im »Vaporsmoothing« glätten, allerdings wird hierbei Isopropanol-Alkohol benutzt und statt mit Dampf wird mit einem Alkohol-Nebel gearbeitet. Ja, es ist etwas weniger gesundheitsschädlich als Aceton-Dämpfe, aber ein Isopropanol-Nebel ist auch kein Minze-Tee (und brandgefährlich ist es auch).



**Abb. 1:** Hier spiegelt sich mein Ringlicht auf dem geglätteten Moai. Modell mit freundlicher Genehmigung des Designers ET Huang (<https://www.thingiverse.com/thing:144668>)

## Technische Filamente

Technische Filamente, oft auch »Engineering Filament« genannt, bieten Eigenschaften, die durchaus industriellen, kommerziellen Anforderungen genügen. Hier geht es nicht mehr um Deko und Hobbynutzung, sondern um den harten Einsatz in Industrie und Gewerbe. Ihnen gemein ist vor allem eines: Sie sind zuweilen richtig schwer zu drucken, nicht billig und funktionieren nicht mit jedem Drucker.

### PC – Polycarbonat

Polycarbonat ist eines der fähigsten Filamente, die mit aktuellen »Hobbygeräten« druckbar sind: extrem zäh, hitzebeständig normalerweise bis zu 130°C (es gibt aber auch Varianten, die mehr aushalten), schlagfest – und sehr schwer zu drucken. Es hat eine hohe Schrumpfung, ist hygroskopisch, anfällig für Warping, empfindlich auf Luftzug, auf zu starke Kühlung, und falsch gedruckt zerlegt es sich wie Blätterteig in seine einzelnen Schichten.

Bambu Lab verkauft in seinem Webshop »echtes« PC und das flammhemmende PC FR.

#### Druck

Echtes PC hätte gern 280–320°C an der Düse und ein Heizbett zwischen 100–120°C. PC-Blends liegen etwas drunter. Geschlossene Gehäuse sind dringend angeraten und eine Bauraumheizung wäre auch gut. Damit sind Serie A1 und der P1P quasi raus. P1S und X1 kann man versuchen, X1E und Serie H2 wären besser geeignet. Ich empfehle zusätzlichen Haftvermittler, und zwar konkret Dimafix (Dimafix für alles mit Betttemperaturen möglichst weit über 80°C) oder gleich Magigoo PC.

Beim Druck von PC entstehen gesundheitsgefährdende Dämpfe, VOCs und Feinstaub, daher sind HEPA und Aktivkohlefilter empfohlen. Es stinkt zuweilen noch schlimmer als ABS.

#### Varianten (Blends)

PC+, PC-Max, EasyPC und andere leichter druckbare PC-Filamente sind oft eine Mischung aus PC und ABS. Sie erreichen nicht ganz die imposanten Spezifikationen des echten PCs, sind aber dafür doch deutlich günstiger.

### Meine Meinung

Ich sehe PC im Hobbybereich eher nicht. Ja, wer es braucht, weil er Teile mit dieser Stabilität fertigen muss, kann es nutzen – aber der druckt es dann wahrscheinlich nicht in der Wohnung, sondern hat eine Werkstatt und ein Konzept für die Abluft.

## PA – Nylon

Ah, Nylon, das Filament mit dem höchsten Unterhaltungswert. Wie Gerätetester-Kollege Uwe immer sagt: »Das ist der Laubfrosch unter den Filamenten.« Der wartet, bis der Druck mindestens zu 90% abgeschlossen ist, und dann hüpfert er Ihnen vom Druckbett.

Drucke aus »Nylon« bzw. Polyamid-Filament sind zäh, abriebfest und langlebig. Sie halten auch hohen Temperaturen stand (mehr als 100°C) und sind beständig gegen Öl, Benzin, Diesel, Alkohol, schwache Säuren und Basen. Nylon nimmt auch gedrukt noch Wasser auf.

Bambu verkauft derzeit die Varianten PA6-GF und PA6-CF in seinem Webshop.

Nylon ist schwierig zu drucken. Es schrumpft stark und die beim Abkühlen im Druckteil entstehenden Spannungen sind enorm und führen zum Verzug und Warping, gern auch noch lange nach dem Druck. Ein geschlossenes Gehäuse hilft enorm, die Verspannungen im Bauteil zu reduzieren – eine aktive Bauraumheizung auf Maximaltemperatur noch mehr. Als Haftvermittler für das Druckbett nutze ich Magigoo PA.

P1S und Serie X1 sollten kleinere Teile gedrukt bekommen, X1E und Serie H2 sind aber dank Bauraumheizung klar im Vorteil. Beim Mini sehe ich schwarz, einen A1 in einem Druckerzelt könnte man zumindest versuchen. Nach dem Druck wäre Tempern (siehe Abschnitt 1.3.6) angebracht.

### Hinweis

Mit der Zugabe von CF oder GF ändern sich nicht nur die Eigenschaften des fertigen Druckteils, PA-CF lässt sich auch wesentlich einfacher drucken (siehe auch Abschnitt 4.8.1).

Nylon ist stark hygroskopisch und muss vor dem Druck gut getrocknet werden, Trockentemperatur gern um 80°C. Wenn es Wasser gezogen hat, dampft es beim Drucken, der Druck wird unsauber und die Haftung und die Stabilität gehen gegen null. Am besten druckt man, gerade bei langen Drucken, aus einer Trockenbox.

### Meine Meinung

Der Druck mit Nylon kann recht frustrierend sein, aber wenn man genau diese Eigenschaften braucht, dann muss es halt sein.

Nebenbei: PA-Filament eignet sich sehr gut zum Spülen des Hotends beim Wechsel zwischen zwei Filamenten – eigentlich ist es auch sehr gut für den »Cold Pull«.

## PP – Polypropylen

PP ist flexibel, zäh und biegsam, im 3D-Druck wird es gern für einfache Scharniere (»Living Hinges«), Deckel, Klammern, Laschen usw. genutzt, also für alles, was sich oft biegen lassen soll und nicht schnell ausleiern darf.

Dazu kommt eine hohe Chemikalienbeständigkeit. Es ist resistent gegen Säuren, Basen, Öl, Benzin, Diesel und Alkohol (nicht gegen Aceton, wie ich selbst feststellen musste). Die Schichthaftung ist aber tendenziell eher schwächer, Belastung auf Zug quer zu den Schichtlinien sollten Sie vermeiden. PP ist zudem eher leicht und könnte vielleicht auch als Alternative zu LW-PLA genutzt werden.

Das Filament selbst wäre ganz oft auch lebensmittelecht und für den Kontakt mit Lebensmitteln zugelassen – das gilt aber nicht alle Marken, hier ist es wichtig, genau das Datenblatt studieren. Wenn nur das Hygieneproblem mit den Ritzen und Rillen und der Einschleppung von Schadstoffen durch Hotend und Düse nicht wäre. Mit einer Hitzebeständigkeit bis 100°C kann es auch in der Spülmaschine überleben. Es stinkt nicht beim Druck und sondert auch keine gefährlichen Stoffe ab. Bambu selbst verkauft kein PP, bietet aber mit Bambu PPS eine hoch spezialisierte Alternative.

Das Problem bei PP ist die Haftung auf dem Druckbett, gerade auf den auf PEI basierten Druckplatten von Bambu Lab. Gewöhnliche Haftvermittler helfen nicht wirklich weiter. PP klebt am besten auf PP. Empfehlen kann ich Magigoo PP oder PP-Paketband von Tesa. Das Paketband einfach um die Druckplatte umschlagen.

### Meine Meinung

Ich bin von PA zu PP gewechselt. Insgesamt finde ich PP angenehmer zu drucken und es geht in meinem feuchten Druckerzimmer nicht gleich kaputt. Allerdings ist PP nicht so abriebfest wie PA, z.B. bei Gleitkufen oder Zahnrädern hat PA meiner Meinung immer noch die Nase vorn.

## Weitere Spezialfilamente

Mit der steigenden Verbreitung von 3D-Druckern nimmt auch die Anzahl an erhältlichen Spezialfilamenten oder Materialmischungen (»Blends«) zu. Aktuell im Kommen sind z.B.:

- PCTG (ein verbessertes PETG)
- PAHT (verbessertes Nylon)
- PPS (hochtemperaturbeständig, flammhemmend, selbstlöschend)
- PVC »Vinyl« (Achtung, giftige Dämpfe!)

Solche Filamente erweitern die Einsatzmöglichkeiten für gedruckte Teile immer weiter. Igus hat z.B. mit »Iglidur« ein Filament speziell für Gleitlager. Es gibt »Castable Filament« für den Gussformenbau, z.B. »PolyMaker PolyCast«, magnetische, wie Töpferton formbare (und im Ofen brennbare) Filamente oder elektrisch leitende Filamente, und es wird immer mehr.