

BLATT 1 VON 4 - ERSTE SCHICHT & FORM

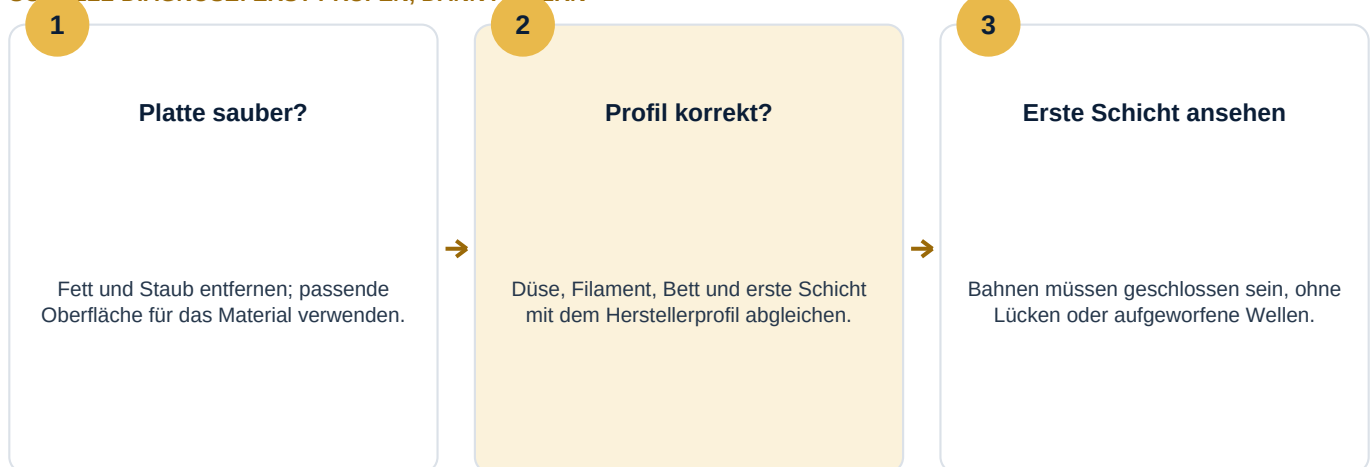
Haftung, Warping und Druckstart

3D-Druck Fehler & Behebung - Problem erkennen, wahrscheinlichste Ursache prüfen, gezielt testen.

Arbeite in dieser Reihenfolge: Druckplatte reinigen > richtige Platte und Filamentprofil wählen > erste Schicht prüfen > immer nur eine Einstellung ändern.

PROBLEM / ERKENNUNG	WAHRSCHEINLICHE URSACHE	ZUERST TESTEN / DANN ÄNDERN
Schlechte erste Schicht Lücken, Rillen oder Wellen	Z-Abstand zu hoch / zu niedrig; Bett nicht nivelliert; Düse verschmutzt; falsches Profil.	Düse und Bett sauber? First-Layer-Kalibrierung prüfen. Linien sollen verbunden, aber nicht aufgeworfen sein. Erst danach Temperatur oder Flow anpassen.
Schlechte Betthaftung Teil löst sich früh	Fettige/verschmutzte Platte; falsche Oberfläche; zu wenig Auflage; erste Schicht zu schnell oder zu kühl.	Platte passend zum Material reinigen. Profil kontrollieren. Erste Schicht langsamer; ggf. Brim. Klebstoff nur so verwenden, wie Plattenhersteller empfiehlt.
Warping Ecken ziehen hoch	Schrumpfung beim Abkühlen; Zugluft; zu kaltes Bett; schlechte Haftung; große, scharfe Geometrie.	Haftung zuerst lösen. Zugluft vermeiden; Bettwert nach Hersteller; Brim. Bei ABS/ASA/PC Enclosure und gleichmäßige Umgebung nutzen.
Elefantenfuß Unterkante quillt aus	Erste Schicht zu stark gequetscht; Bett zu heiß; zu wenig Kompensation im Slicer.	Z-Abstand / Nivellierung prüfen. Bett nach erster Schicht ggf. im Profil absenken. Elephant-Foot-Kompensation zuletzt und mit Maßtest einstellen.
Spaghetti / Fehldruck Filamentknäuel	Teil hat sich gelöst; Support kollabiert; Modell- oder Slicingfehler; Kollision.	Druck stoppen. Erste Schicht und Auflage prüfen. G-Code-Vorschau auf Inseln/Support prüfen. Bei Kollision Mechanik, Warping und Druckteilhöhe kontrollieren.

SCHNELL-DIAGNOSE: ERST PRÜFEN, DANN ÄNDERN



MERKSATZ: Erst Haftung und erste Schicht lösen - danach Temperatur, Flow oder Slicer feinjustieren.

PRAXIS-CHECK

Bleibt das Problem bestehen: Nahaufnahme der ersten Schicht machen, Filament- und Plattenprofil notieren und mit einem kleinen, flachen Testteil wiederholen.

BLATT 2 VON 4 - EXTRUSION & FILAMENT

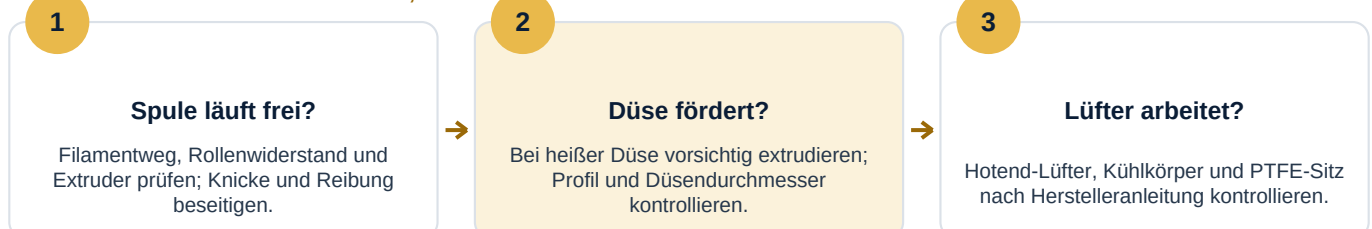
Materialfluss, Düse und Feuchtigkeit

3D-Druck Fehler & Behebung - Problem erkennen, wahrscheinlichste Ursache prüfen, gezielt testen.

Sicher arbeiten: Hotend und Düse können weit über 200 °C heiß sein. Vor Arbeiten am Hotend Herstelleranleitung beachten und Drucker gegen unbeabsichtigte Bewegung sichern.

PROBLEM / ERKENNUNG	WAHRSCHEINLICHE URSACHE	ZUERST TESTEN / DANN ÄNDERN
Unterextrusion Lücken, dünne Bahnen	Teilweise verstopfte Düse; zu niedrige Temperatur; zu hoher Volumenstrom; Extruder rutscht; Filamentreibung/Feuchte.	Richtiges Profil und Spule prüfen. Filament bei heißer Düse fördern. Düse/Extruder reinigen, Volumenstrom oder Tempo senken; Temperatur nur schrittweise erhöhen.
Überextrusion Zu viel Material, Maße zu groß	Flow/Extrusionsmultiplikator zu hoch; falscher Filamentdurchmesser; zu viel Druck im Hotend.	Filamentprofil und Düsendurchmesser prüfen. Erst E-Steps nur bei dafür vorgesehenen Systemen, sonst Flow mit Wandtest kalibrieren. Keine pauschalen großen Sprünge.
Verstopfte Düse Kaum oder kein Material	Fremdpartikel; verbranntes Material; zu niedrige Temperatur; verschlissene/ungeeignete Düse; Heat Creep.	Filamentweg und Extruder prüfen. Cold Pull / Reinigungsablauf des Herstellers nutzen. Bei abrasivem Filament geeignete Düse einsetzen. Nie mit Gewalt in kalte Düse drücken.
Heat Creep Extrusion stoppt später	Filament erweicht oberhalb der Schmelzzone; Hotend-Lüfter gestört; sehr langsamer PLA-Druck; zu warme Umgebung.	Hotend-Lüfter, Kühlkörper und PTFE-Sitz prüfen. PLA-Umgebung nicht unnötig heiß. Etwas höhere Schichthöhe/mehr Durchsatz testen. Danach Hotend gemäß Hersteller reinigen.
Ungleichmäßige Extrusion Wechselnde Linienbreite	Feuchtes/ungleichmäßiges Filament; schwankende Spulenzufuhr; verschmutztes Zahnrad; Teilverstopfung.	Spule frei laufend? Filament trocken und Durchmesser korrekt? Extruderzahnrad und Düse prüfen. Danach Flow-Dynamik / Pressure Advance mit passendem Test abstimmen.
Feuchtes Filament Knacken, Blasen, raue Fläche	Material hat Luftfeuchte aufgenommen; besonders häufig bei PA, PC, TPU/TPE, PCTG und Stützmaterialien.	Mit Vergleichsspule testen oder nach Herstellerangabe trocknen. Trocken lagern und möglichst aus Drybox drucken. Temperatur und Dauer nicht aus Tabellen verallgemeinern.

SCHNELL-DIAGNOSE: ERST PRÜFEN, DANN ÄNDERN



SICHERHEIT: Nie mit Kraft an kalter Düse arbeiten - Hotend und Werkzeug können schwere Verbrennungen verursachen.

PRAXIS-CHECK

Bleibt das Problem bestehen: Förderweg ohne Druckteil testen, Düse und Extruder dokumentieren und vor dem Zerlegen die Wartungsanleitung des Druckerherstellers öffnen.

BLATT 3 VON 4 - OBERFLÄCHE & MASS

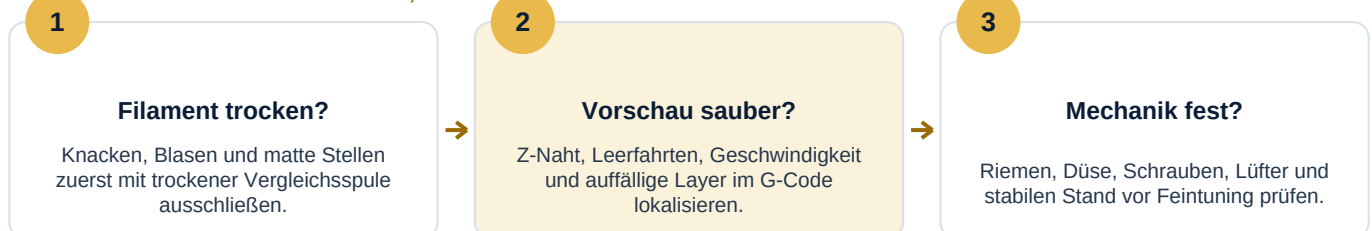
Fäden, Nähte und sichtbare Schwingungen

3D-Druck Fehler & Behebung - Problem erkennen, wahrscheinlichste Ursache prüfen, gezielt testen.

Kalibriere systematisch: Standardprofil als Ausgangspunkt > Material trocknen > Temperaturtest > Retraction / Flow-Dynamik > Maße. Nie mehrere Stellgrößen gleichzeitig ändern.

PROBLEM / ERKENNUNG	WAHRSCHEINLICHE URSACHE	ZUERST TESTEN / DANN ÄNDERN
Stringing / Fäden	Temperatur zu hoch; Filament feucht; Retraction unpassend; lange Leerfahrten / falsches Profil.	Zuerst Filament trocknen und Profil prüfen. Temperatur in kleinen Schritten senken. Danach Retraction mit kurzem Test kalibrieren; Werte hängen stark von Direct Drive/Bowden ab.
Blobs / Zits Pickel an der Oberfläche	Druckaufbau am Nahtpunkt; feuchtes Filament; Flow-Dynamik unpassend; instabiler Materialfluss.	Position der Z-Naht und Vorschau prüfen. Filament trocknen. Flow/Pressure Advance kalibrieren. Retraction nicht blind stark erhöhen - das kann Verstopfungen fördern.
Sichtbare Z-Seam Vertikale Naht	Start-/Endpunkte jeder Außenwand; Nahtausrichtung; Retract- und Druckaufbau.	Naht im Slicer gezielt nach hinten / an Kante legen oder verteilen. Extrusion und Flow-Dynamik kalibrieren. Unsichtbar wird die Naht bei FDM selten vollständig.
Ghosting / Ringing Wellen nach Kanten	Schwingungen durch hohe Beschleunigung; lockere Riemen/Schrauben; instabiler Drucker; Resonanzprofil unpassend.	Mechanik, Riemen und festen Stand prüfen. Beschleunigung/Tempo reduzieren. Input Shaping nur mit Herstellerverfahren neu kalibrieren.
Unsaubere Oberfläche Rau, wechselnd, matt/glänzend	Wechselnde Temperatur oder Geschwindigkeit; Kühlung; feuchtes Material; mechanisches Spiel; falsches Profil.	Fehler lokalisieren: ganze Fläche oder nur Kanten? Profil und Filament prüfen. Lüfter, Düse, Riemen und Extrusion kontrollieren; danach Temperatur-/Geschwindigkeitstest.
Maßabweichungen Bohrung oder Außenmaß falsch	Überextrusion; Schrumpfung; erste Schicht; XY-Kompensation; CAD-Toleranz fehlt.	Zuerst Flow und erste Schicht kalibrieren. Mit Messkörper in X/Y/Z prüfen. Konstruktive Toleranz und Slicer-Kompensation material- und druckerbezogen einsetzen.

SCHNELL-DIAGNOSE: ERST PRÜFEN, DANN ÄNDERN



KALIBRIERREGEL: Pro Test nur eine Stellgröße ändern und Ergebnis mit Foto oder Messwert dokumentieren.

PRAXIS-CHECK

bleibt das Problem bestehen: Fehlerposition im Layer notieren, G-Code-Vorschau und Foto vergleichen und den nächsten Test mit nur einer geänderten Einstellung speichern.

BLATT 4 VON 4 - MECHANIK & GEOMETRIE

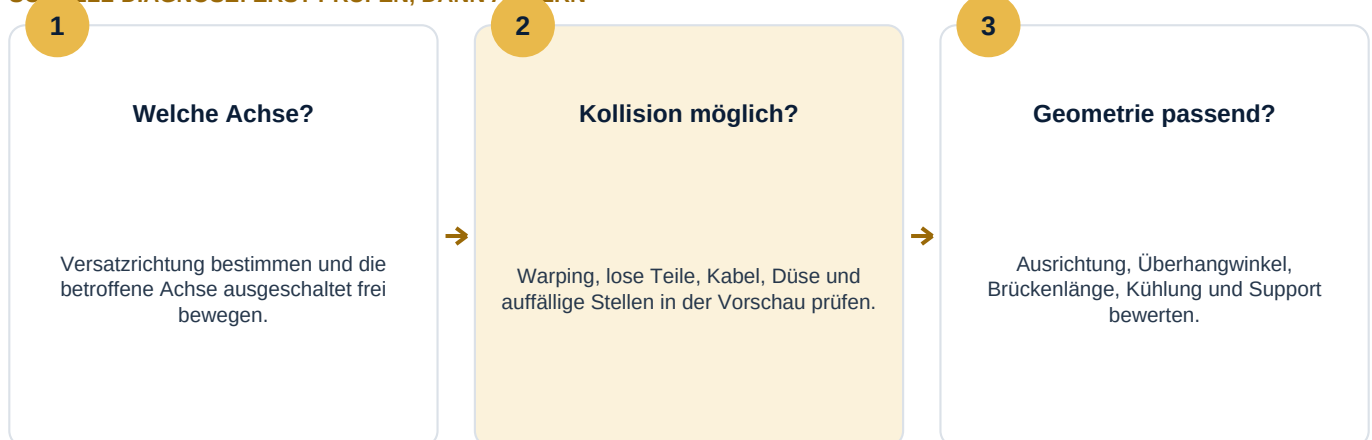
Layer, Brücken, Überhänge und Bewegung

3D-Druck Fehler & Behebung - Problem erkennen, wahrscheinlichste Ursache prüfen, gezielt testen.

Mechanische Fehler zuerst ohne Slicer-Tuning prüfen: freie Achsen, Riemen, Schrauben, Düse und Bauteilkollision. Geometriefehler anschließend mit Ausrichtung, Kühlung und Tempo lösen.

PROBLEM / ERKENNUNG	WAHRSCHEINLICHE URSACHE	ZUERST TESTEN / DANN ÄNDERN
Layer Shift Schichten seitlich versetzt	Riemen oder Riemenscheibe locker/falsch gespannt; Achse blockiert; Kollision; Beschleunigung zu hoch.	Betroffene Achse erkennen. Drucker ausgeschaltet auf freie Bewegung prüfen. Riemen, Pulleys und Schrauben nach Herstellerangabe prüfen; Tempo/Beschleunigung erst danach senken.
Schlechte Layerhaftung Schichten trennen sich	Temperatur zu niedrig; zu viel Kühlung; zu hoher Speed/Flow; feuchtes Material; kalte Umgebung.	Herstellerprofil verwenden. Temperatur leicht erhöhen oder Tempo/Volumenstrom senken. Kühlung materialgerecht reduzieren; Filament trocknen. Belastungsrichtung im Bauteil beachten.
Delamination Risse zwischen Layern	Starke Temperaturgradienten; Zugluft; ungeeignete Umgebung bei ABS/ASA/PC/PA; schlechte Layerhaftung.	Enclosure und stabile Umgebung nutzen, ohne Elektronikgrenzen zu überschreiten. Material trocknen; Wandzahl und Ausrichtung prüfen. Düse/Temperatur nach Herstellerprofil.
Schlechte Bridges Brücken hängen durch	Zu heiß/zu schnell oder zu wenig Kühlung; zu lange Brücke; Flow zu hoch; feuchtes Material.	Bridge-Test mit Standardprofil. Bauteilkühlung materialgerecht erhöhen, Bridge-Speed/Flow testen. Brücke verkürzen, Ausrichtung ändern oder Support ergänzen.
Schlechte Überhänge Unterseite rollt hoch	Zu steiler Winkel; zu heiß; zu wenig Kühlung; zu große Schichthöhe; hohe Geschwindigkeit.	Ausrichtung ändern. Kühlung und Überhang-Tempo passend zum Material optimieren. Kleinere Schichthöhe oder Support. Bei warping-anfälligen Materialien Kühlung vorsichtig erhöhen.

SCHNELL-DIAGNOSE: ERST PRÜFEN, DANN ÄNDERN



REIHENFOLGE: Mechanik und Kollision zuerst ausschließen - Ausrichtung und Slicer erst danach optimieren.

PRAXIS-CHECK

Bleibt das Problem bestehen: Achse und Layerhöhe des Fehlers notieren, Mechanik kalt prüfen und anschließend einen kleinen Geometrie- oder Bridge-Test drucken.