

Gefahrenanalyse: 3D-gedruckte Teile aus PLA

1. Materialeigenschaften von PLA

PLA (Polylactic Acid) ist ein biologisch abbaubarer Kunststoff, der aus erneuerbaren Ressourcen wie Maisstärke oder Zuckerrohr hergestellt wird. Es wird häufig im 3D-Druck eingesetzt, hat jedoch spezifische Schwächen, die potenzielle Risiken darstellen können:

- **Niedrige Wärmebeständigkeit** (60–65 °C): PLA kann sich bei höheren Temperaturen verformen oder schmelzen.
 - **Sprödigkeit**: PLA ist relativ steif, neigt jedoch zu Brüchen unter Belastung.
 - **Brennbarkeit**: PLA ist entflammbar und kann bei hoher Hitze Feuer fangen.
 - **Hygroskopie**: PLA nimmt Feuchtigkeit auf, was zu einer Schwächung der Struktur führen kann.
 - **UV-Empfindlichkeit**: PLA wird durch längere UV-Bestrahlung spröde und verfärbt sich.
-

2. Gefährdungen und Gegenmaßnahmen

2.1. Mechanische Gefährdungen

- **Gefahr: Materialversagen durch mechanische Belastung**
 - *Ursachen*: Sprödigkeit des PLA kann zu Brüchen führen, insbesondere bei starker Krafteinwirkung.
 - *Auswirkungen*: Gefährdung durch scharfe Kanten oder unerwartetes Versagen von Tragstrukturen.
 - *Gegenmaßnahmen*:
 - Optimierung des Designs (z. B. Verwendung von Rippen oder Verstärkungen).
 - Einsatz in Anwendungen, bei denen geringe mechanische Belastungen auftreten.
 - Durchführung von Belastungstests für die geplante Anwendung.
 - **Gefahr: Langzeitverformung unter Last**
 - *Ursachen*: PLA neigt zu Kriechverformung bei konstanter Belastung über längere Zeit.
 - *Auswirkungen*: Verlust der Passform oder Funktionalität, insbesondere bei tragenden Elementen.
 - *Gegenmaßnahmen*:
 - Begrenzung der Lasten auf das Bauteil.
 - Verstärkung durch Metallkomponenten oder andere Materialien.
-

2.2. Thermische Gefährdungen

- **Gefahr: Wärmeverformung**
 - *Ursachen*: PLA verliert bei Temperaturen über 60 °C seine Festigkeit.

- *Auswirkungen:* Verformung von Teilen, die in heißen Umgebungen eingesetzt werden (z. B. in Fahrzeugen, Maschinen oder im Freien).
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Begrenzung des Einsatzbereichs auf Temperaturen unter 50 °C.
 - Einsatz von alternativen Materialien (z. B. PETG oder ABS) für wärmebelastete Teile.
 - **Gefahr: Entflammbarkeit**
 - *Ursachen:* PLA ist brennbar und kann bei hohen Temperaturen Feuer fangen.
 - *Auswirkungen:* Brandgefahr, insbesondere in der Nähe von Wärmequellen oder elektronischen Bauteilen.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Verwendung von PLA-Mischungen mit flammhemmenden Zusätzen.
 - Kennzeichnung, dass die Teile nicht in der Nähe von Wärmequellen verwendet werden dürfen.
-

2.3. Umweltbedingte Gefährdungen

- **Gefahr: Degradation durch UV-Strahlung**
 - *Ursachen:* Langfristige Einwirkung von UV-Strahlen führt zu Versprödung und Verfärbung.
 - *Auswirkungen:* Verlust der mechanischen Eigenschaften und optische Beeinträchtigung.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Verwendung von UV-beständigem PLA oder einer schützenden Beschichtung (z. B. Klarlack).
 - Begrenzung des Einsatzes auf geschützte Innenbereiche.
 - **Gefahr: Aufnahme von Feuchtigkeit**
 - *Ursachen:* PLA nimmt Feuchtigkeit aus der Luft auf.
 - *Auswirkungen:* Schwächung der Materialstruktur, insbesondere bei längerem Einsatz in feuchten Umgebungen.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Versiegelung der Oberfläche (z. B. mit Lack oder Epoxidharz).
 - Lagerung und Einsatz in trockenen Umgebungen.
-

2.4. Gesundheitsbezogene Gefährdungen

- **Gefahr: Emissionen während des Druckprozesses**
 - *Ursachen:* Beim Schmelzen von PLA werden geringe Mengen an flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) freigesetzt.
 - *Auswirkungen:* Mögliche Atemwegsreizungen bei unzureichender Belüftung.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Betrieb des 3D-Druckers in einem gut belüfteten Raum.
 - Verwendung geschlossener Druckergehäuse mit Luftfiltern.

- **Gefahr: Scharfe Kanten nach dem Druck**

- *Ursachen:* Manche Geometrien können nach dem Druck scharfe oder unregelmäßige Kanten aufweisen.
 - *Auswirkungen:* Verletzungsgefahr bei der Handhabung.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Nachbearbeitung der Teile (z. B. Schleifen oder Polieren).
 - Designoptimierung, um scharfe Kanten zu vermeiden.
-

2.5. Funktionsbezogene Gefährdungen

- **Gefahr: Geringe Präzision und Maßhaltigkeit**

- *Ursachen:* PLA-Teile können durch Schrumpfung oder ungleichmäßiges Drucken Maßabweichungen aufweisen.
 - *Auswirkungen:* Fehlpassungen in Baugruppen oder Geräten.
 - *Gegenmaßnahmen:*
 - Optimierung der Druckparameter (z. B. Kalibrierung des Druckers).
 - Einsatz von Nachbearbeitungstechniken (z. B. Schleifen oder Nachschneiden).
-

3. Zusammenfassung der Gegenmaßnahmen

1. Designoptimierung:

- Mechanische Verstärkungen (z. B. Rippen oder dickere Wände) einbauen.
- Scharfe Kanten vermeiden oder nachbearbeiten.

2. Materialschutz:

- Verwendung von UV-beständigen Beschichtungen oder PLA-Mischungen.
- Teile versiegeln, um Feuchtigkeitsaufnahme zu minimieren.

3. Einsatzgrenzen definieren:

- Klare Hinweise für den Einsatz bei Temperaturen unter 50 °C und in geschützten Umgebungen.

4. Sicherheitskennzeichnung:

- Hinweise auf mögliche Entflammbarkeit und mechanische Einschränkungen anbringen.

5. Tests und Prüfungen:

- Belastungstests und thermische Prüfungen durchführen, um die Sicherheit für den vorgesehenen Einsatzzweck zu gewährleisten.

6. Schutzmaßnahmen bei der Produktion:

- 3D-Druck in gut belüfteten Räumen durchführen und Benutzer auf potenzielle Emissionen hinweisen.