

UDK 621.7

S. Misch

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
Deutschland

BESTÄNDIGKEIT VON GEDRUCKTEM FILAMENT GEGENÜBER KÜHLSCHMIERSTOFF

Einleitung. Im Rahmen des Projektes HYBRIDi wird ein Versuchsstand [1] entworfen, in welchem die Untersuchung von Faserverbund- und Hybridstrukturen unter Kühlschmierstoff (KSS) ermöglicht wird. In diesem Zusammenhang trat die Überlegung der Untersuchung von 3D gedruckten Strukturen auf. Es sollten 3D gedruckte Strukturen als Klemmung in dem Versuchsstand eingesetzt werden. Zunächst wurden 5 verschiedene Filamente als Material einbezogen. Die Filamente sind hier in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 1

Verwendete Filamente beim 3D-Druck für die zu untersuchenden Strukturen

Filament	Material
Nylon	Polyamid (PA 6) [2,7]
PLA	Polylactide [3,7]
PolyFlex	PolyFlex
T-Lyne	Co-Polymer [2]
PETG	Polyethylenterephthalat [2]

Für den Einsatz der gedruckten Strukturen war die Beständigkeit der Materialien gegenüber Kühlschmierstoff zu klären. In der Literatur [2,4-6] sind Tabellen über die Feuchtigkeitsaufnahme sowohl von Wasser in Wasser und bei Normalklima zu finden, siehe hierzu Tab. 2. Die größte Feuchtigkeitsaufnahme von 12 % weist hierbei das Nylon auf.

Tabelle 2

Übersicht des Materials und Feuchtigkeitsaufnahme [4-7]

Material	Feuchtigkeitsaufnahme bei Normalklima von Wasser [%]	Feuchtigkeitsaufnahme von Wasser in Wasser [%]
Polyamid (PA 6, Nylon)	2,50 – 3,40	8,50 – 12,00
PLA	0,50	n.a.
PE	0,002	0,01
PolyFlex	n.a.	n.a.
Polycarbonat	0,12-0,35	0,30 - 0,40
PET	0,20-0,70	0,11 – 1,00

Eine Untersuchung zur chemischen Beständigkeit wurde ebenfalls durchgeführt. Die Tabelle 3 zeigt einen Überblick über die Beständigkeit gegenüber Benzin, Mineralöl und Wasser. Hier ist eine Quellbarkeit bei PE zu erkennen. Die weiteren Materialien sind gegenüber den hier aufgeführten Medien unlöslich und beständig.

Strukturen aus 3D-Material.

Bei den Untersuchungen wurde eine komplizierte Struktur gewählt um eine mögliche Ablösung dünnwandiger Teile zu beobachten. Die Struktur ist in der Abbildung 1 dargestellt. Die Abmaße sind 3,20 mm hoch, 36,50 mm lang und 19,40 mm breit.

Übersicht der chemischen Beständigkeit von Kunststoffen bei 23 °C [2,5-7]

Material	Benzin	Mineralöl	Wasser
Polyamid (PA 6, Nylon)	Beständig, unlöslich	Beständig	Beständig, unlöslich
PLA			
PE	Bedingt beständig, quellbar	Beständig	Beständig, unlöslich
PolyFlex			
Polycarbonat	Beständig, unlöslich	Beständig	Beständig, unlöslich
PET	Beständig, unlöslich	Beständig	Beständig, unlöslich

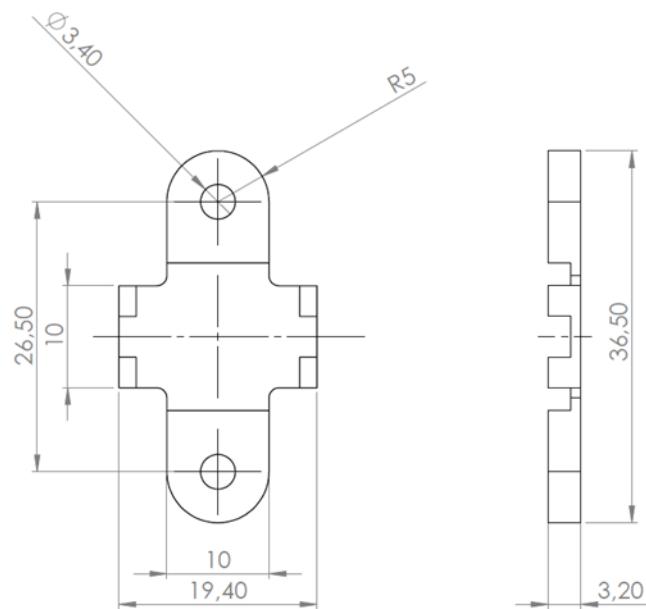


Abbildung 1. Skizze der untersuchten Struktur

Die Untersuchungen umfassten die Ermittlung des Gewichts. Hierbei wurde wöchentlich eine Überprüfung des Gewichts vorgenommen. Anschließend wurden die Strukturen für weitere 6 Wochen im Fluid gelassen. In der Abbildung 2 ist der Verlauf der Feuchtigkeitsaufnahme über die 10 Wochen zu erkennen.

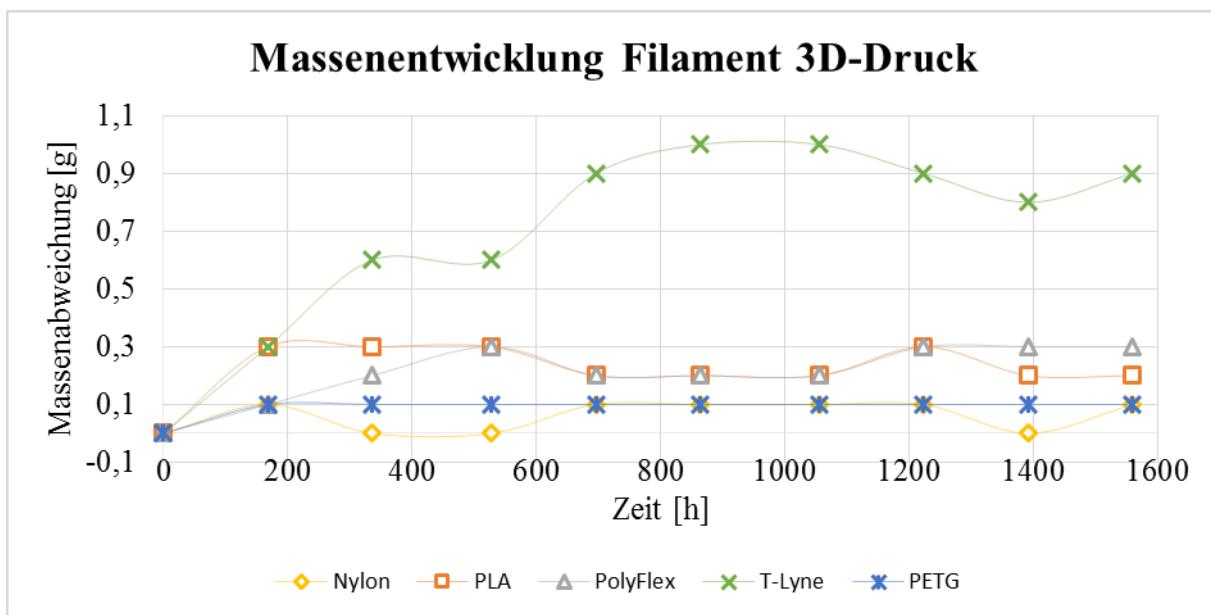


Abbildung 2. Verlauf der Massenentwicklung

Das Diagramm zeigt einen deutlichen Anstieg der Masse bei T-Lyne. Die prozentuale Zunahme beträgt hier 150 %. Die Struktur quoll auf und die dünnwandigen Teile lösten sich. Des Weiteren war eine Verformung dieser Struktur feststellbar. Dies ist gut in der Abbildung 3 zu erkennen. PETG und Nylon wiesen die geringste Zunahme mit unter 20 % auf.

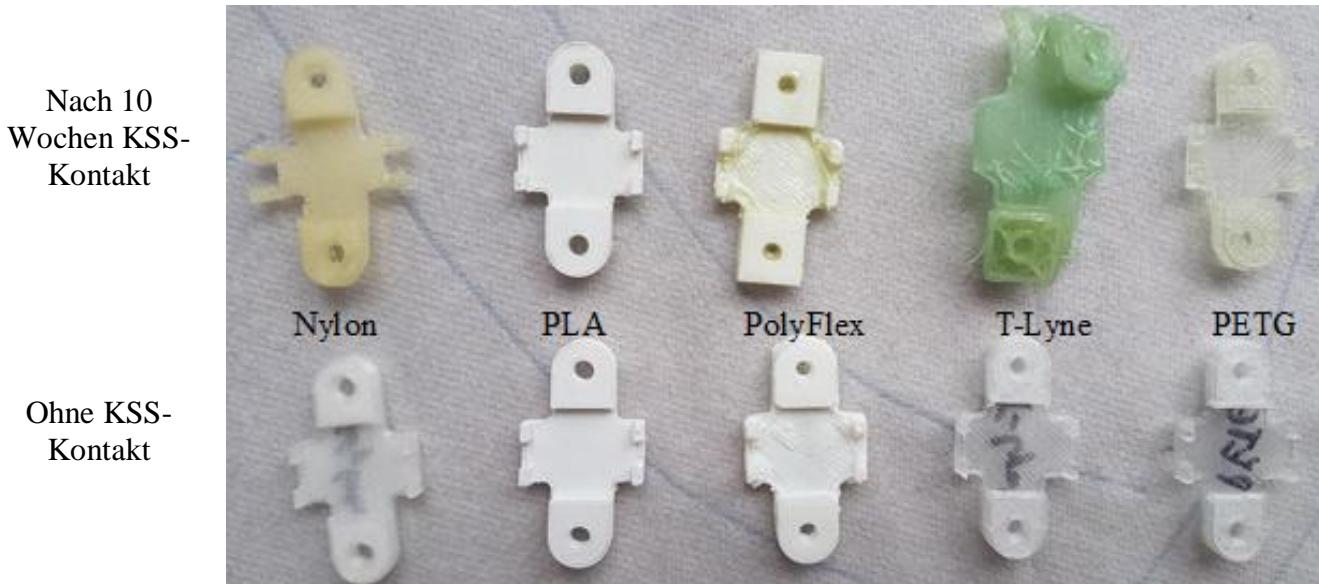


Abbildung 3. Vergleich der Strukturen mit und ohne KSS-Kontakt nach 10 Wochen

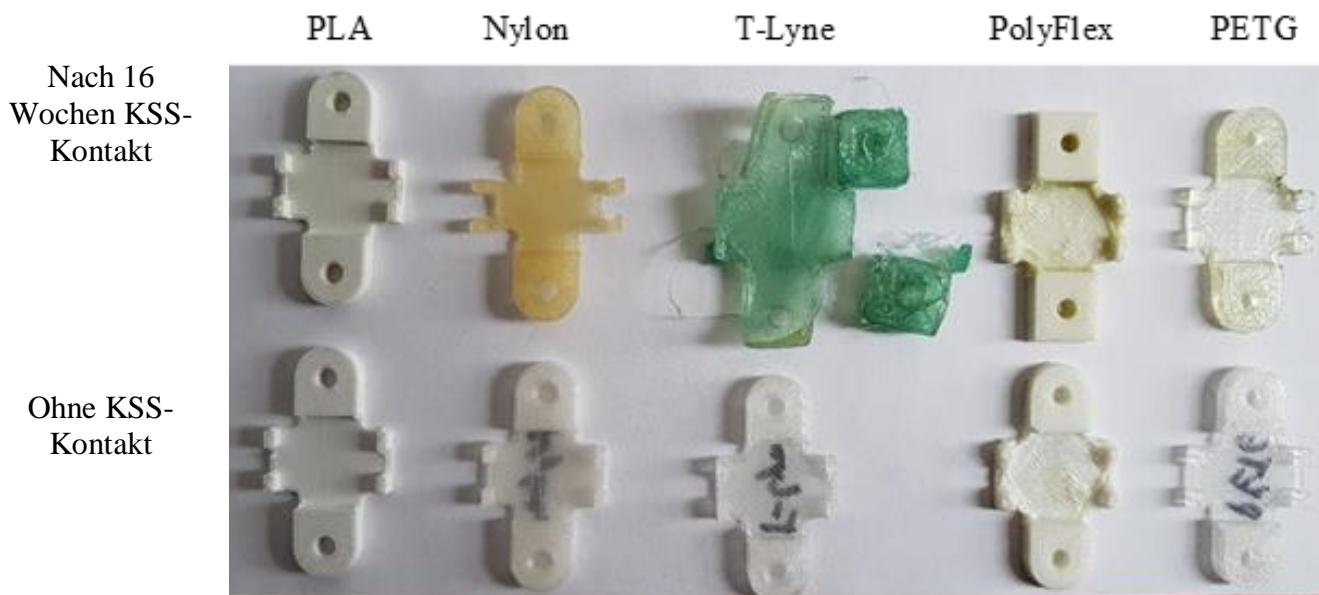


Abbildung 4. Vergleich der Strukturen mit und ohne KSS-Kontakt nach 16 Wochen

Die weiteren Untersuchungen nach 16 Wochen ergaben einen weiteren Zerfall der Struktur aus T-Lyne. Waren nach 10 Wochen die aufgebrachten Strukturen an oberer und unterer Kante nur leicht abgelöst, so waren sie nun vollständig gelöst. Des Weiteren fiel die noch stärkere Verformung dieser Struktur auf, wie in der Abbildung 5 zu sehen ist. Die Struktur aus PolyFlex hatte sich inzwischen ebenfalls verformt. Jedoch kam es zu keiner signifikanten Gewichtszunahme aller Strukturen.



Abbildung 5. Strukturen aus T-Lyne mit/ ohne KSS-Kontakt

Der Vergleich der Strukturen mit und ohne KSS-Kontakt zeigt nur bei T-Lyne einen Anstieg der Abmaße. Dies ist in der Abbildung 6 zu erkennen. Ebenfalls in Abbildung 6 ist die Struktur aus PLA zu erkennen. Die Struktur weist keinen Anstieg der Abmaße auf.

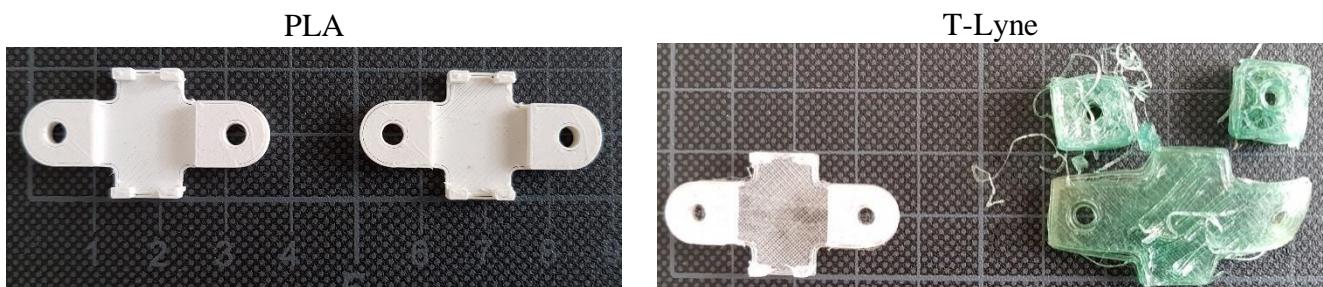


Abbildung 6. Vergleich der Abmaße der Strukturen mit und ohne KSS-Kontakt

Fazit. Abschließend lässt sich also sagen, dass das Filament T-Lyne für den Einsatz unter KSS nicht geeignet ist. Aus der Literatur war mit einem aufquellen des Materials zu rechnen, welcher sich hier bestätigt hat. Dies zeigt der deutliche Anstieg der Masse durch eine Wasseraufnahme. Des Weiteren sind Verformungen bei T-Lyne und PolyFlex festgestellt wurden. Die Verwendung von PETG und Nylon ist zu empfehlen. PLA sollte dagegen noch einmal genauer untersucht werden.

Danksagung. Diese Arbeit wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in dem Programm „Forschung für die Produktion von morgen“, Themenfeld "Produktionsanlagen für Wachstumsmärkte - intelligent einfach und effizient", (Förderkennzeichen 02P14A114) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA), Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PFT) betreut.

Literaturverzeichnis

1. Misch, S., Möhring, H.-Ch.: Untersuchungen von Faserverbund- und Hybridstrukturen unter dem Aspekt des späteren Einsatzgebietes; 13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017: AUTONOM - VERNETZT - NACHHALTIG - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 495-502; <http://dx.doi.org/10.24352/UB.OVGU-2017-085>
2. Bell, T.: Eiskalter Zugriff; Vorsicht Wechselwirkung. MM.2002.052. Immer dicht halten; Vorsicht Wechselwirkung. In Maschinenmarkt 2002 (51/52), 3; 36-42. Available online at http://www.vdw.de/bin/load_file_inter.pl?p_bereich=technik&p_paket_id=6&p_dok_id=10001838&p_sprache=d&p_typ=doc, checked on 10/12/2016.
3. Filamentworld: 3D Druck Wissen; Abruf: 24.11.2017; <https://www.filamentworld.de/3d-druck-wissen/>
4. Hellerich, Walter; Harsch, Günther; Haenle, Siegfried (1996): Werkstoff-Führer Kunststoffe. Eigenschaften, Prüfungen, Kennwerte; 7. Aufl. München, Wien: Hanser, S. 52-54; S. 378-381
5. Hellerich, Walter; Harsch, Günther; Baur, Erwin (2010): Werkstoff-Führer Kunststoffe. Eigenschaften, Prüfungen, Kennwerte; 10. Aufl. München, Wien: Hanser, S. 452-456; S. 465-469
6. Abts, Georg (2016): Kunststoff-Wissen für Einsteiger. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Hanser; S. 100-106; S. 119-121, S. 200-201
7. Kaiser, Wolfgang (2011): Kunststoffchemie für Ingenieure. Von der Synthese bis zur Anwendung. 3. Auflage. München: Hanser, S. 235-244; S. 350-353; S. 357-360, S.378-381