

## Eine Bauanleitung für mini Schwungradspeicher

In diesem Dokument findest Du eine Bau- und Benutzungsanleitung für eine 3D-gedruckte Miniaturversion des hydraulischen Schwungradspeichers, welcher Gegenstand aktueller Forschung in der Hochschule Flensburg ist. Das Ziel dieser Miniaturversionen ist, einen handlichen Demonstrator zu haben, der manuell angetrieben wird und so auf einfache Weise das Funktionsprinzip veranschaulicht. Aufgrund dieser praktikablen, mobilen Größe ist der Begriff Handtaschendemonstrator entstanden, gemäß dem Motto „Ab in die Tasche und los!“. Die Entwicklung des hydraulischen Schwungradspeichers findet innerhalb des Forschungsprojekts Inno!Nord im Rahmen der T!Raum-Initiative des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt statt. Wenn Du mehr über das Forschungsvorhaben erfahren möchtest, besuche gerne unsere Webseiten:

- <https://inno-nord-projekt.de/Projekte/Schwungradspeicher/index.php/>
- <https://hydrad.inno-nord-projekt.de/>



Bild 1: Beschleunigung des Schwungradspeichers

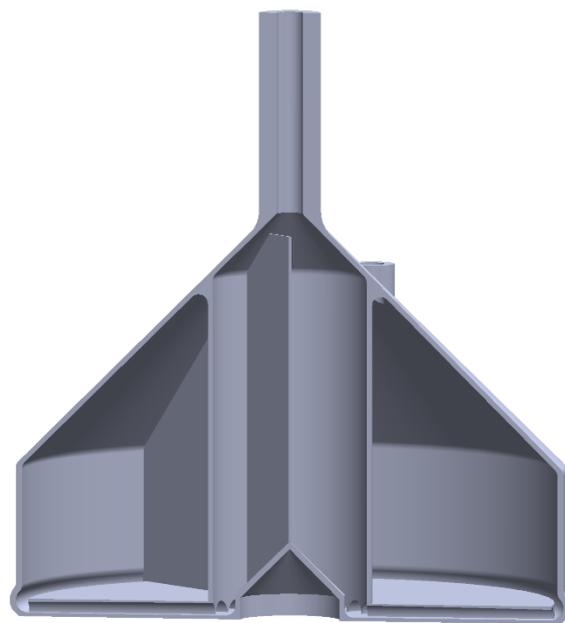


Bild 2: Schnittdarstellung des Schwungradspeichers

## Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Druckparameter2
2. Bauanleitung Variante 13
3. Bauanleitung Variante 25
4. Bauanleitung Variante 37

### 1. Allgemeine Druckparameter

Generell können verschiedene Druckverfahren und Materialien ausprobiert werden. Nachfolgend findest Du die wichtigsten auf dem Ultimaker Connect 2+ verwendeten Druckeinstellungen für das FDM Verfahren mit PLA. Das FDM-Verfahren ist ein Aufbauverfahren, bei dem eine beheizte Düse (Extrudor) Kunststofffilamente, hier PLA (Polylactid), schmilzt und Schicht für Schicht aufträgt.

Layer Height:	0,1 mm
Line Width:	0,4 mm = Düsendurchmesser
Wall Thickness:	2 mm = 5 x Line Width
Top surface skin layers:	2
Top/Bottom Thickness:	0,6 mm = 6 x Layer Hight
Infill Density:	50 %
Support:	off

Drucktemperatur, Druckgeschwindigkeit, Durchfluss, und Lüftereinstellungen sollten den Standartwerten des Druckers für das gewählte Material entsprechen bw. so gewählt werden, dass ein gutes Druckergebnis mit guter Layerhaftung ohne „underextrusion“, „warping“ oder anderen Druckfehlern entsteht. Dies sollte für jeden Drucker und Material individuell gewählt werden.

## 2. Bauanleitung Variante 1

Das benötigst Du:

- 1x 3D-Drucker (FDM), Bauraum mindestens 20,5 x 20,5 x 20 cm
- 1x Gewindebohrer G 1/8"
- 3x AV-Ventil G 1/8"
- 2x Rillenkugellager 6804 / 61804, D = 32mm, d = 20mm, H = 7mm
- 1x 2K Kleber (Metall, Kunststoff)
- 1x Schnur (mind. 1m lang und  $\varnothing$  2mm)
- 250 ml Wasser



Beigefügt findest Du fünf Dateien im .STL Format. Diese können im Slicer Deines 3D-Druckers in einen Maschinencode (G-Code) umgewandelt werden, welchen Dein Drucker verarbeiten kann. Achte darauf, bei den Druckeinstellungen eine Wandstärke von 1,6 mm einzustellen (1,6 mm = 4x Linienstärke = 4x Düsendurchmesser). Nur so werden die Wände des Rotationskörpers aus „Vollmaterial“ gedruckt und bieten ausreichend Material für das Schneiden der Gewinde. Weiterhin ist aus Gründen der Festigkeit ein Füllgrad von 50 % zu empfehlen.

Zu drucken sind:

- Rotationskörper.stl
- Rahmen\_oben.stl
- Rahmen\_unten.stl
- Seilhalterung.stl
- Passfeder.stl

Es genügt alle 3D-gedruckten Bauteile zusammenzustecken und die Lager in die Vertiefungen einzupressen (siehe nachfolgende Abbildung). Lediglich für die drei Ventile müssen Gewinde in die vorgesehenen Bohrungen geschnitten werden.

**Achtung:** Bevor die Ventile eingeschraubt und mit dem 2K-Kleber eingeklebt werden, sollten 250 ml Wasser in den Rotationskörper eingefüllt werden. Dabei ist es egal, durch welche Öffnung die Befüllung erfolgt.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

**T!Raum**  
TransferRäume für die Zukunft von Regionen

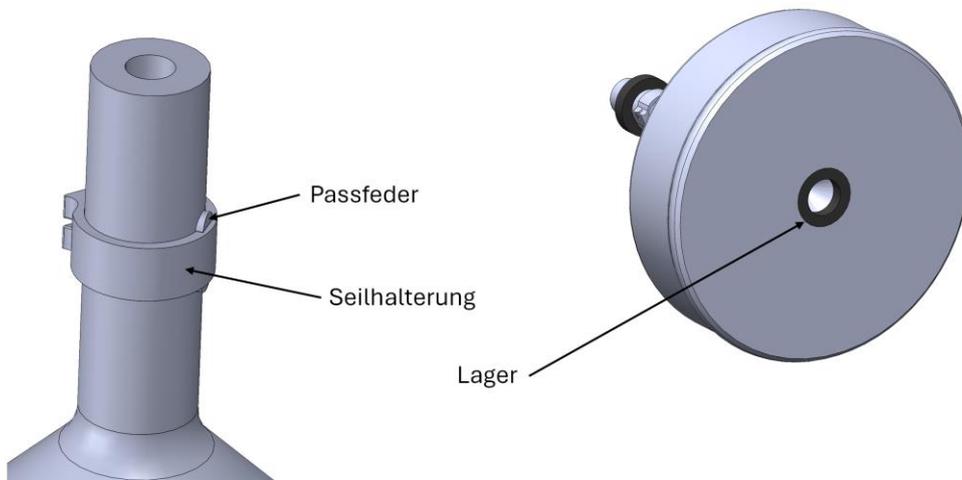
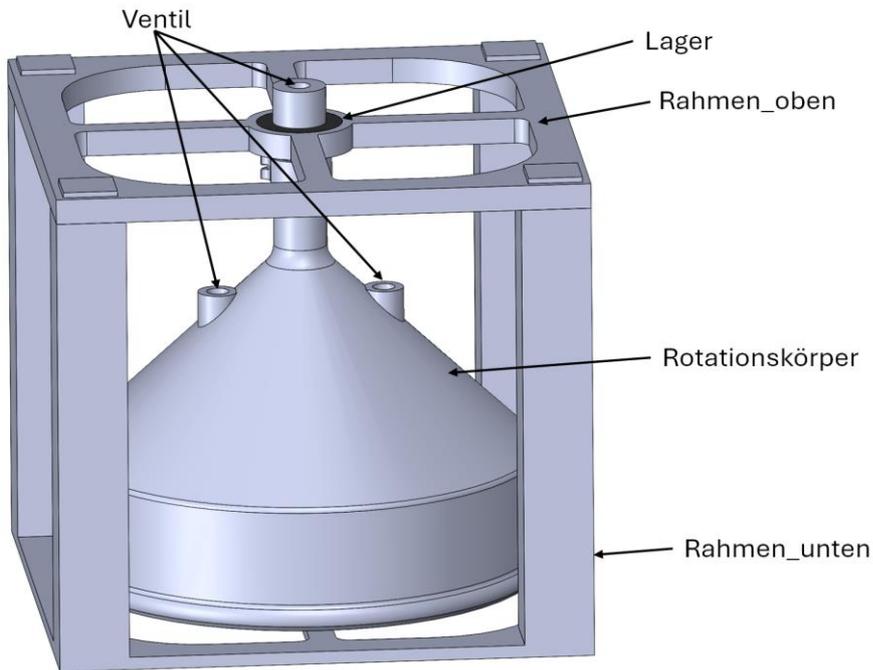


Bild 3: Bauteilbeschriftung von Variante 1

### 3. Bauanleitung Variante 2

Das benötigst Du:

- 1x 3D-Drucker (FDM), Bauraum mindestens 20,5 x 20,5 x 20 cm
- 1x Gewindebohrer G 1/8"
- 3x AV-Ventil G 1/8"
- 7x Rillenkugellager 6804 / 61804, D = 32mm, d = 20mm, H = 7mm
- 1x 2K Kleber (Metall, Kunststoff)
- 250 ml Wasser



Beigefügt findest Du zehn Dateien im .STL Format. Diese können im Slicer Deines 3D-Druckers in einen Maschinencode (G-Code) umgewandelt werden, welchen Dein Drucker verarbeiten kann. Achte darauf, bei den Druckeinstellungen eine Wandstärke von 1,6 mm einzustellen (1,6 mm = 4x Linienstärke = 4x Düsendurchmesser). Nur so werden die Wände des Rotationskörpers aus „Vollmaterial“ gedruckt und bieten ausreichend Material für das Schneiden der Gewinde. Weiterhin ist aus Gründen der Festigkeit ein Füllgrad von 50 % zu empfehlen.

Zu drucken sind:

- Rotationskörper.stl
- Rahmen\_oben.stl
- Rahmen\_unten.stl
- Passfeder.stl
- Zahnrad\_1.stl
- Zahnrad\_2.stl
- Zahnrad\_3.stl
- Zahnrad\_4.stl
- Kurbel.stl
- Kurbel2.stl

Es genügt alle 3D-gedruckten Bauteile zusammenzustecken und die Lager in die Vertiefungen einzupressen (siehe nachfolgende Abbildung). Lediglich für die drei Ventile müssen Gewinde in die vorgesehenen Bohrungen geschnitten werden.

**Achtung:** Bevor die Ventile eingeschraubt und mit dem 2K-Kleber eingeklebt werden, sollten 250 ml Wasser in den Rotationskörper eingefüllt werden. Dabei ist es egal, durch welche Öffnung die Befüllung erfolgt.

Gefördert durch:



**T!Raum**  
TransferRäume für die Zukunft von Regionen

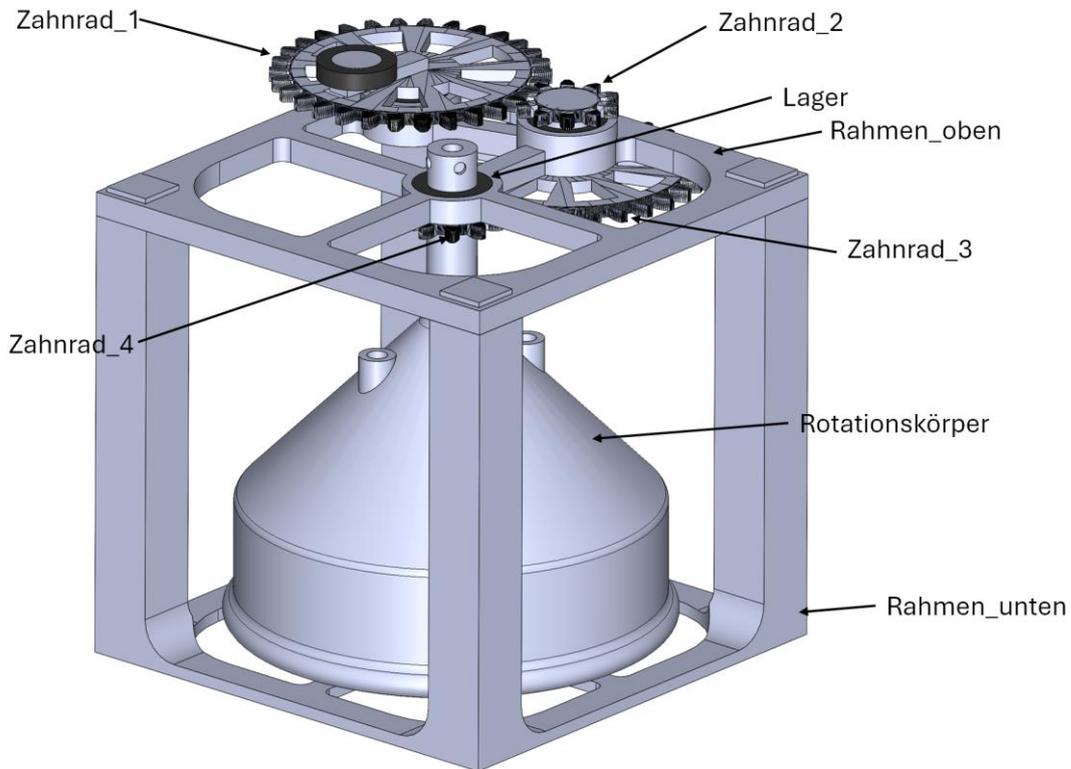


Bild 4: Bauteilbeschriftung von Variante 2 (Darstellung mit Zahnrädern)

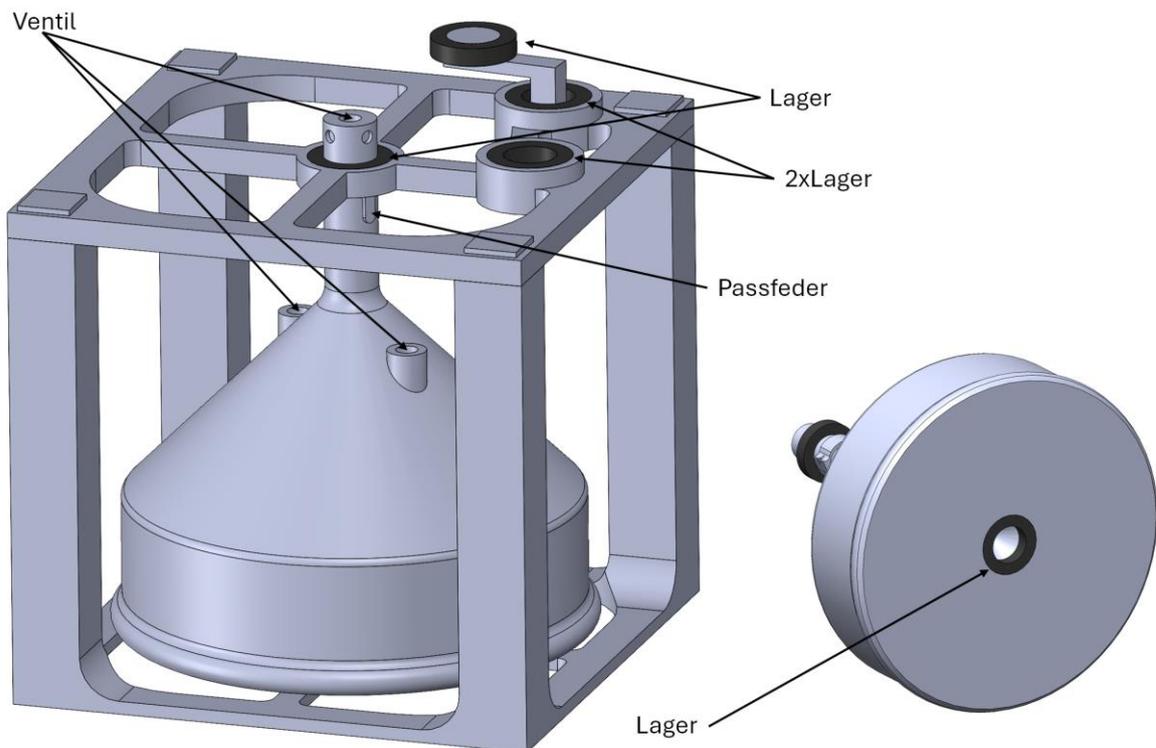


Bild 5: Bauteilbeschriftung von Variante 2 (Darstellung ohne Zahnräder, um Lager sichtbar zu machen)

## 4. Bauanleitung Variante 3

Das benötigst Du:

- 1x 3D-Drucker (FDM), Bauraum mindestens 20,5 x 20,5 x 20 cm
- 7x Rillenkugellager 6804 / 61804, D = 32mm, d = 20mm, H = 7mm
- 6x Stahlkugeln D = 20mm



Beigefügt findest Du zehn Dateien im .STL Format. Diese können im Slicer Deines 3D-Druckers in einen Maschinencode (G-Code) umgewandelt werden, welchen Dein Drucker verarbeiten kann. Achte darauf, bei den Druckeinstellungen eine Wandstärke von 1,6 mm einzustellen (4x Linienstärke = 4x Düsendurchmesser = 1,6 mm). Dadurch werden die Wände des Rotationskörpers aus „Vollmaterial“ gedruckt und bieten eine ausreichende Festigkeit. Weiterhin ist ein Füllgrad von 50 % empfehlenswert.

Zu drucken sind:

- Schwungrad\_variables\_Trägheitsmoment.stl
- Rahmen\_oben.stl
- Rahmen\_unten.stl
- Passfeder.stl
- Zahnrad\_1.stl
- Zahnrad\_2.stl
- Zahnrad\_3.stl
- Zahnrad\_4.stl
- Kurbel.stl
- Kurbel2.stl

Es genügt alle 3D-gedruckten Bauteile zusammenzustecken und die Lager in die Vertiefungen einzupressen (siehe nachfolgende Abbildung) und die Stahlkugeln in ihre Bahnen einzulegen.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

**T!Raum**  
TransferRäume für die Zukunft von Regionen

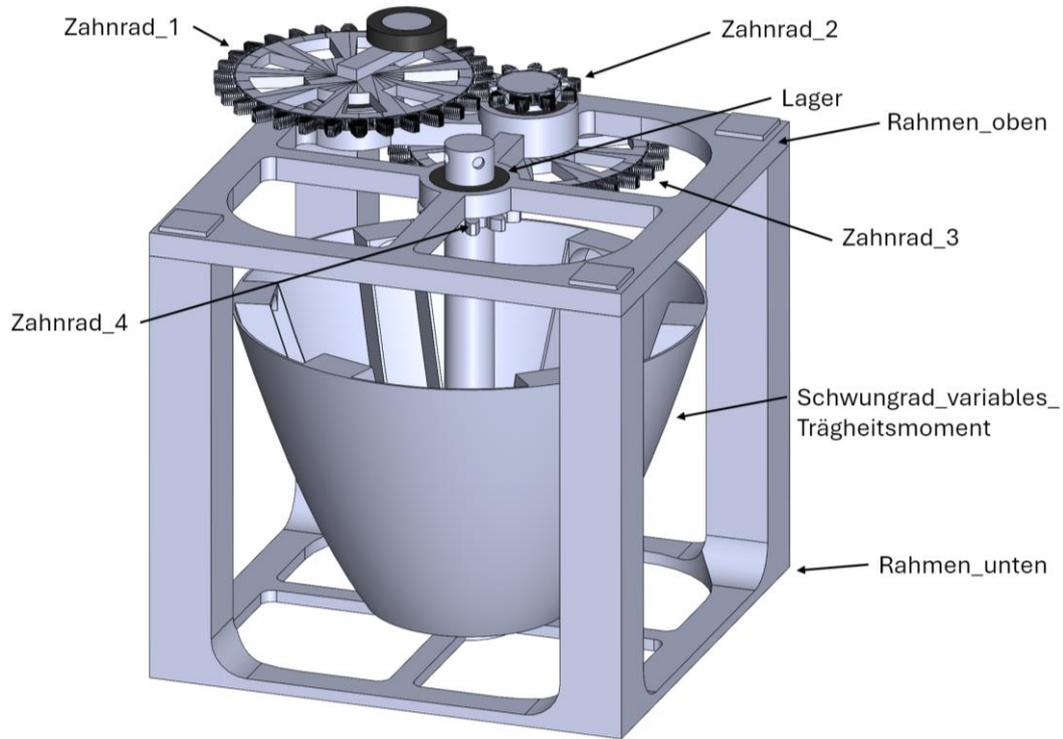


Bild 6: Bauteilbeschriftung von Variante 3 (Darstellung mit Zahnrädern)

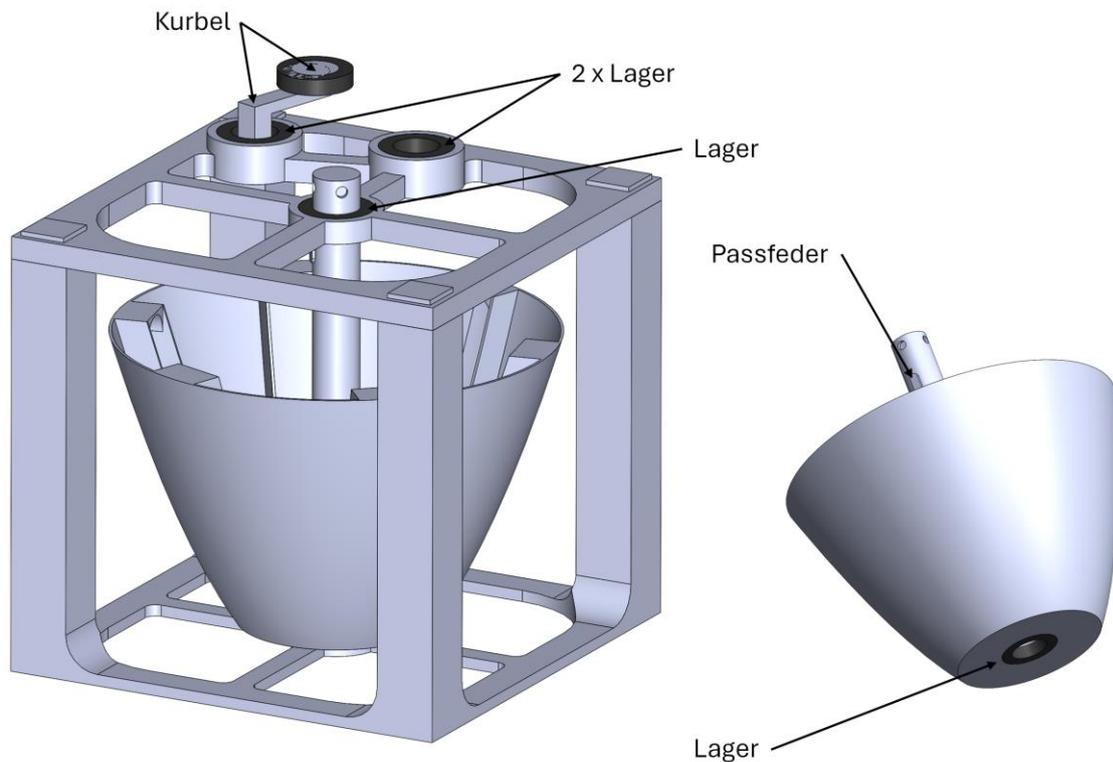


Bild 7: Bauteilbeschriftung von Variante 3 (Darstellung ohne Zahnräder, um Lager sichtbar zu machen)