



TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN

THM

CAMPUS  
GIESSEN

ME

Maschinenbau  
und Energietechnik



IOM

Institut für Optik  
und Mikrosysteme

# KOSTENEFFIZIENTE LINSENFASSUNGEN MITTELS 3D-DRUCK

Christopher Butka\*, Sandra Krämer\* and Thomas Sure\*

\*Institut für Optik und Mikrosysteme, Technische Hochschule Mittelhessen

## Einführung

Mit einfachen Mitteln zeigen wir die enormen Möglichkeiten des FDM 3D-Drucks zur Erstellung optomechanischer Komponenten. Hierfür wurde ein Prusa MK3S und PETG Filament verwendet. Als Beispiel dient ein einfaches Testtriplet, welches in OSLO mit Kataloglinsen erstellt wurde. Ziel soll die Kostenreduktion im Bereich Prototyping sowie Sonderanfertigungen sein, wobei vor allem Zeit eingespart, Prozesse beschleunigt und damit Kosten gesenkt werden.

## Ansatz

Prototyping und Entwicklung erfordern Flexibilität in den zur Verfügung stehenden Werkzeugen und Materialien. Bei den üblichen Schienensystem wird oft ein großes Spektrum an Komponenten benötigt um die erforderliche Flexibilität in der Anwendung abzudecken. Außerdem lassen sich solche Systeme nur schwer in bereits bestehende Maschinen oder Aufbauten integrieren. Es fehlt der Platz oder schlichtweg der passende Adapter. 3D-Druck setzt genau an dieser Stelle an: Flexibilität und Geschwindigkeit. Teile können exakt so angefertigt werden, dass sie direkt mit bestehenden Systemen kompatibel sind. Platzsparend und aufs Nötigste reduziert.

## Vorgehensweise

Das hier aufgezeigte Objektiv wird stehend auf dem 3D-Drucker gedruckt. Die optische Achse entspricht damit der Z-Achse des Druckers.

Dem in Fig.1 gezeigten Design können die Abstände der Linsen, bzw ihrer jeweiligen Auflagepunkte entnommen werden. Es ist zu beachten, das der 3D-Drucker in Schichten arbeitet die einer festen Höhe folgen. Diese Schichthöhen sind für die Auflage der Linse enorm wichtig. Bei konvexen Flächen kann über den Kontaktdurchmesser die Lage eingestellt werden. Durchmesser und Lage sind entsprechend der Schichthöhen und Durchmesser abzugleichen um eine hohe Positionsgenauigkeit zu gewährleisten.

Die festgelegten Lagen und Durchmesser werden nun in des CAD Modell übertragen. Wie in Fig.2 zu sehen, ist noch eine kleine Kerbe entlang des Objektivs eingearbeitet. Diese dient als Start- und Endpunkt der Düse des Druckers. So können ungleichmäßige Extrusion (zu viel oder zu wenig Material) kompensiert werden. Befinden sich Start- und Endpunkte auf dem Umfang der Linsenfassung kommt es zu Zentrierungsproblemen.

Letztlich wird das Modell entsprechend der gewählten Schichthöhe für den Druck verarbeitet (siehe Fig.3). Der Druck beinhaltet Pausen, wenn eine Linse einzusetzen ist. Dabei gilt zu beachten diese Pausen genau vor dem Einschluss der Linsen zu setzen. Nachdem eine Linse eingesetzt wurde, druckt der Drucker Material auf die Linse und schließt sie damit fest im Gehäuse ein. Ebenfalls muss auf konvexe Flächen geachtet werden. Zu große Wölbungen können dem Drucker im Weg sein.

## Vom Design zum Druck

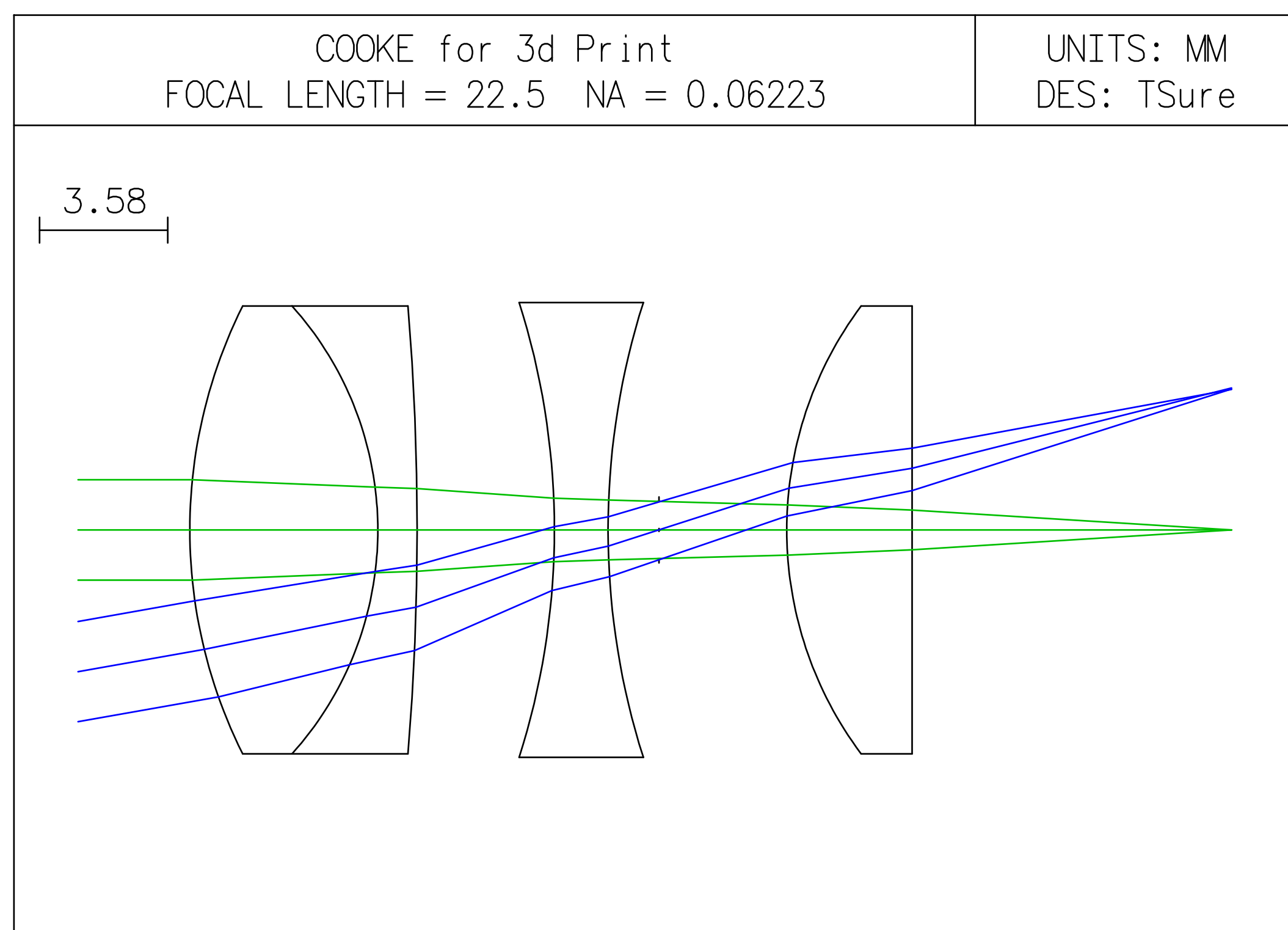


Fig. 1: Triplet Design, erstellt in OSLO, mit Kataloglinsen.

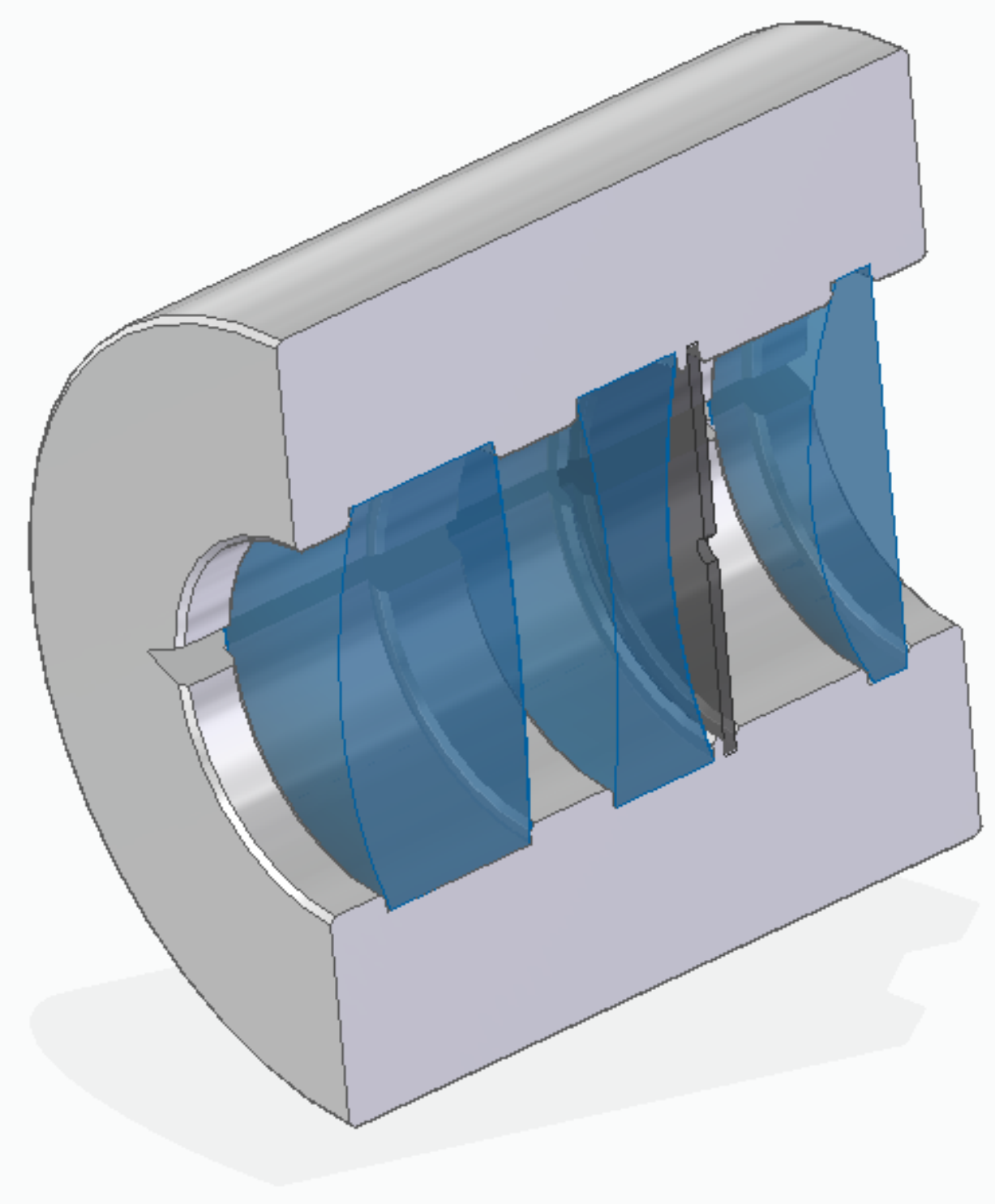


Fig. 2: CAD Modell, Schmittdarstellung des Objektivs (grau) mit Linsen (blau) und Blende (schwarz).

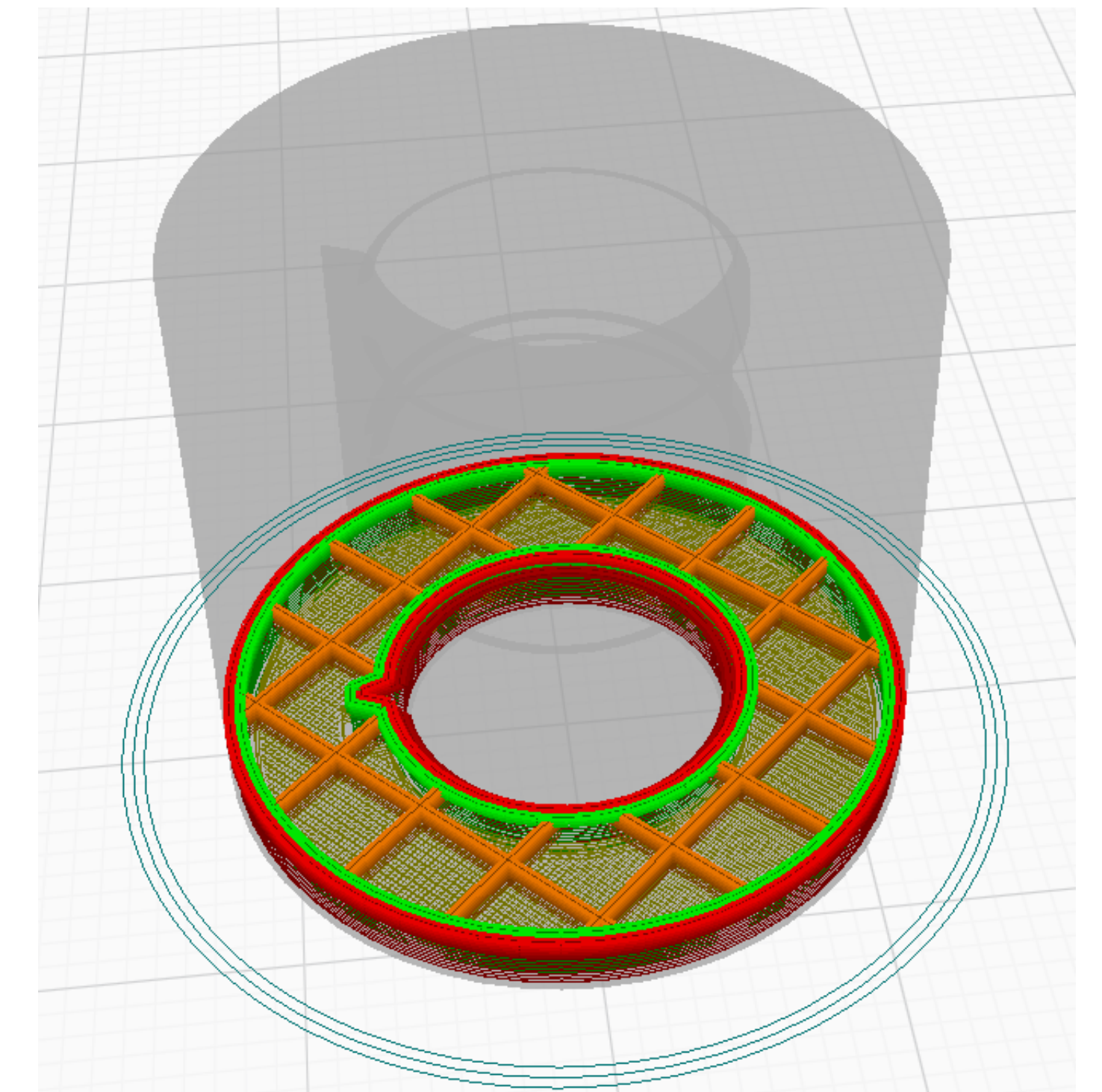


Fig. 3: Liniendarstellung der Fahrwege des 3D-Druckers. Diese werden als G-Code an den Drucker übergeben. Rot: Außenkonturen, Grün: Innenkonturen, Orange: Füllmuster, Schattenmstriss: Kontur des Modells.

## Resultat

Für das vorliegende Beispielobjektiv wurde das Gehäuse als auch die Blende mit dem 3D-Drucker angefertigt. Zur Validierung der Leistungsfähigkeit wurde die MTF bestimmt (siehe Fig.4). Aus OSLO erhalten wir die theoretische MTF (Design blau), welche wir mit den Messungen (orange und gelb) vergleichen können. Es werden rund 75% der Soll MTF erreicht.

Eine Toleranzrechnung, welche mit den Toleranzen des Druckers angesetzt wurde, zeigt, dass rund 65% mindestens erreicht werden sollten.

Somit kann auch vorab leicht geprüft werden, ob sich der 3D-Druck als Verfahren für das jeweilige Projekt eignet.

## Kontakt

Christopher Butka, M.Sc.  
Institut für Optik und Mikrosysteme (IOM)  
Fachbereich Maschinenbau und Energiesysteme (ME)  
Technische Hochschule Mittelhessen  
Wiesenstrasse 14  
35390 Giessen  
e-mail christopher.butka@me.thm.de

## Messung

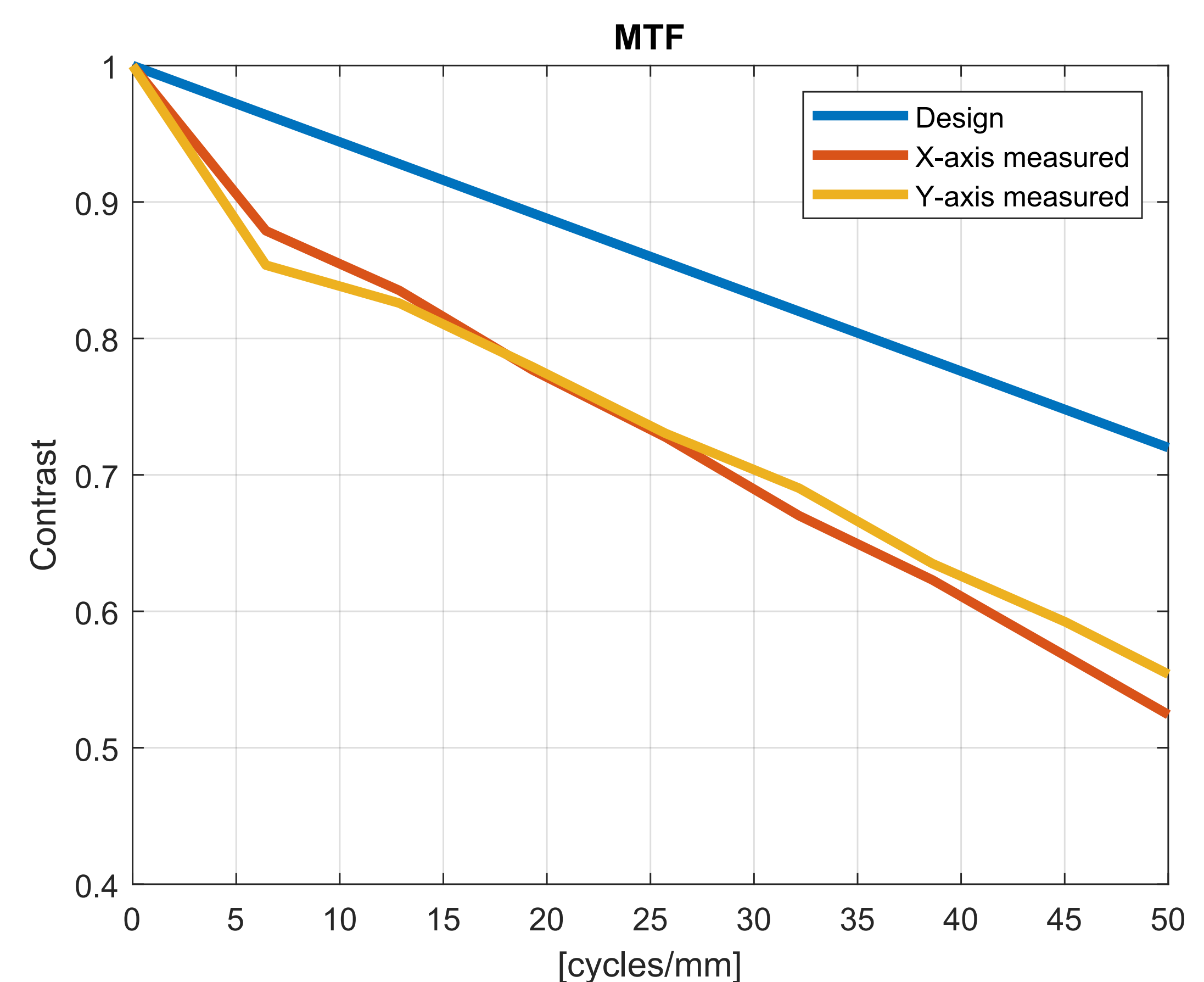


Fig. 4: MTF Grafik mit Daten aus dem Optikdesign und den ermittelten Werten aus den Messungen des gedruckten Objektivs.