

Master Thesis

Titel: “Design of Experiments (DoE) for the Optimization of Process Parameters in Digital Light Processing (DLP) 3D Printing”

Additive manufacturing (AM) technologies have gained significant importance in recent years due to their ability to produce complex geometries, reduce material waste, and enable rapid prototyping. Among the various additive manufacturing methods, Digital Light Processing (DLP) 3D printing has emerged as a promising technology for manufacturing high-resolution polymer components. DLP printing enables fast fabrication of parts with high surface quality and dimensional accuracy through the layer-by-layer, selective curing of photopolymer resins.

The quality and performance of DLP-printed components are strongly influenced by numerous process parameters, including exposure time, layer thickness, light intensity, resin composition, printing orientation, and post-processing conditions. The complex interactions between these parameters make process optimization challenging. Conventional parameter screening approaches often rely on trial-and-error methods, which are time-consuming, resource-intensive, and unable to account for interactions between influencing factors.

Design of Experiments (DoE) provides a systematic and statistically supported approach for investigating the effects of multiple parameters simultaneously. By applying DoE models, significant process factors and their interactions can be identified, enabling the development of optimized printing strategies with reduced experimental effort.

This thesis aims to apply DoE methods to analyze and optimize the DLP 3D printing process. The results are expected to contribute to a better understanding of process–property relationships, and to pave the way for the use of artificial intelligence in high resolution DLP printing.

Based on the following work:

M. Vigogne, C. Aeschbach, R. Bernhardt, A. Kaufmann*, **J. Thiele***: „Step Test for Rapid Screening of Material and Process Parameters for Resin Development in DLP 3D Printing“, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2025**, e202504154.
DOI: 10.1002/anie.202504154

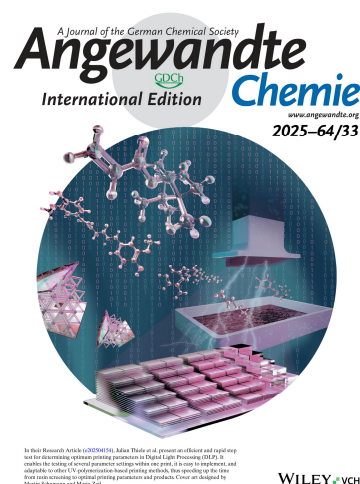
If you're interested, please contact me via email, phone, or stop by my office.

Department: Organic chemistry

Professor: Prof. Dr. rer. nat. Julian Thiele

Supervisor: M.Sc. Maximilian Löckener, M.Sc. Michelle Vigogne

Contact: maximilian.loeckener@ovgu.de, +49 391 67-57194, Office G28-305
michelle.vigogne@ovgu.de, +49 391 67-52216, Office G16-112



Masterarbeit

Titel: „Design of Experiment (DoE) zur Optimierung von Prozessparametern im Digital-Light-Processing-3D-Druck (DLP)“

Technologien der additiven Fertigung (AM) haben in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen, weil sie die Herstellung komplexer Geometrien ermöglichen, Materialverschwendung reduzieren und eine schnelle Prototypenerstellung darstellen. Unter den verschiedenen Verfahren der additiven Fertigung hat sich der Digital Light Processing (DLP)-3D-Druck als vielversprechende Technologie zur Herstellung hochauflösender Polymerbauteile etabliert. Dabei ermöglicht der DLP-Druck durch die schichtweise, selektive Aushärtung von Photopolymerharzen die schnelle Fertigung von Bauteilen mit guter Oberflächenqualität und Auflösung.

Gleichzeitig werden die Qualität und die Leistungsfähigkeit von DLP-gedruckten Bauteilen stark von zahlreichen Prozessparametern beeinflusst, darunter Belichtungszeit, Schichtdicke, Lichtintensität, Resinzusammensetzung, Druckausrichtung und Nachbearbeitungsbedingungen. Die komplexen Wechselwirkungen zwischen diesen Parametern machen die Prozessoptimierung zu einer Herausforderung. Herkömmliche Ansätze zur Parameterauswahl stützen sich oft auf Trial-and-Error-Methoden, die zeitaufwendig und ressourcenintensiv sind und Wechselwirkungen zwischen den Einflussfaktoren nicht berücksichtigen können.

Design of Experiments (DoE) bietet einen systematischen und statistisch fundierten Ansatz zur gleichzeitigen Untersuchung der Auswirkungen mehrerer Parameter. Durch die Anwendung von DoE-Modellen lassen sich wesentliche Prozessfaktoren und deren Wechselwirkungen identifizieren, was die Entwicklung optimierter Druckstrategien bei geringerem experimentellem Aufwand ermöglicht.

Ziel dieser Arbeit ist es, DoE-Methoden zur Analyse und Optimierung des DLP-3D-Druckprozesses anzuwenden. Die Ergebnisse sollen zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen Prozess und Eigenschaften beitragen und den Weg für den Einsatz künstlicher Intelligenz im hochauflösenden DLP-Druck ebnen.

Basierend auf folgender Arbeit:

M. Vigogne, C. Aeschbach, R. Bernhardt, A. Kaufmann*, J. Thiele*: „Step Test for Rapid Screening of Material and Process Parameters for Resin Development in DLP 3D Printing“, *Angew. Chem. Intl. Ed.* 2025, e202504154. DOI: 10.1002/anie.202504154

Bei Interesse kontaktieren Sie mich bitte per E-Mail, Telefon oder kommen Sie in meinem Büro vorbei.

Fachbereich: Organische Chemie

Professor: Prof. Dr. rer. nat. Julian Thiele

Betreuer: M.Sc. Maximilian Löckener, M.Sc. Michelle Vigogne

Kontakt: maximilian.loeckener@ovgu.de, +49 391 67-57194, Büro G28-305
michelle.vigogne@ovgu.de, +49 391 67-52216, Büro G16-112

