

# Automatische Bauteilerkennung in der Additiven Fertigung mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz

(Ein Fachbeitrag aus 2019, Autor: M.Sc. Tobias Nickchen, Promotionsstudent bei Protiq)



Industrielle Unternehmen stehen im ständigen Wettbewerb mit der Konkurrenz. Um in diesem nicht das Nachsehen zu haben, ist es notwendig die internen Prozesse kontinuierlich zu optimieren. Dafür müssen alle Bereiche der Prozesskette betrachtet werden. Im Rahmen dessen wurde das Optimierungspotential im Teilprozess Bauteil-Auftrags-Zuordnung untersucht.

Im Feld der industriellen Fertigungsverfahren ist die Additive Fertigung ein vergleichsweise junges, aufstrebendes Produktionsverfahren. Die Additive Fertigung bietet gegenüber herkömmlichen Fertigungsverfahren diverse Vorteile.

Die Produktionskosten eines Bauteils sind weitestgehend unabhängig von der zu produzierenden Stückzahl.

Da für die Produktion keine produktspezifischen Werkzeuge oder Formen notwendig sind, können schon Einzelstücke günstig gefertigt werden.

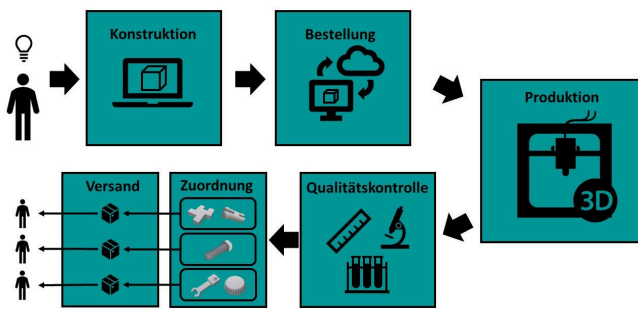
Des Weiteren ergeben sich durch die geringen fertigungstechnischen Einschränkungen hohe gestalterische Freiheiten. Durch die Kombination dieser beiden positiven Aspekte ist das Verfahren ideal für die Produktion von Sonderanfertigungen oder Prototypen. Hierdurch bietet sich sowohl für den privaten als auch den industriellen Nutzer die Chance nahezu jede kreative Idee umzusetzen.

## Optimierung der Prozesskette

Um die Zeit von der Idee eines Bauteils bis zu seiner Auslieferung an den Nutzer zu minimieren, ist es notwendig den gesamten Prozess zu optimieren. Bei der Protiq GmbH sind bereits große Teile der Prozesskette automatisiert. Diese führt von der Konstruktion und dem realen Produktionsprozess über Qualitätskontrollen bis hin zum fertigen Bauteil, welches an den Kunden ausgeliefert wird. Die Produktionskostenkalkulation basierend auf dem CAD-Modell des Bauteils, sowie weitere Schritte der digitalen Vorverarbeitung und maschinellen Nachbearbeitung der Bauteile sind bei der Protiq GmbH bereits durch Automatisierung optimiert. Um die Zeit von der Idee bis zum realen Bauteil für den Kunden weiter zu minimieren, ist es jedoch notwendig die gesamte Prozesskette zu betrachten und zu optimieren. In diesem Zuge wurde der Prozesskettenabschnitt der Bauteilzuordnung nach dem Selective Laser Sintering (SLS)-Prozess genauer betrachtet.

## Selektives Lasersintern

Das sogenannte Selective Laser Sintering (SLS) ist das meistgenutzte Verfahren zur Additiven Fertigung von Kunststoffbauteilen in der industriellen Produktion. Dabei handelt es sich um ein pulverbasiertes Verfahren. In einem Bauraum wird Schicht für Schicht Kunststoff-



pulver aufgetragen und mit Hilfe eines Lasers dort aufgeschmolzen, wo das Bauteil bzw. die Bauteile entstehen sollen. Das Material härtet direkt nach dem Aufschmelzen wieder zu einem festen Kunststoffkörper aus. Durch das schichtweise Auftragen des Pulvers entsteht so Stück für Stück ein dreidimensionaler Körper. Beim SLS besteht die Möglichkeit in einem Bauraum nicht nur ein Bauteil, sondern, dreidimensional im Raum geschachtelt, eine beliebige Zahl verschiedener Bauteile zu produzieren und somit den Bauraum optimal auszunutzen. Dies führt jedoch dazu, dass nach der Produktion die gemeinsam produzierten Bauteile wieder einzeln und sortiert werden müssen. Da dies manuell einen hohen Zeitaufwand erfordert, bietet es sich an Methoden der Automatisierungstechnik zu nutzen, um den Prozess zu vereinfachen.



## Unterstützung durch Maschinelles Sehen

Die Automatisierung von Produktionsketten durch den Einsatz von Robotik mit zugehörigen Sensoren und Aktoren ist im Zeitalter von Industrie 4.0 schon lange der Standard in vielen industriellen Prozessen. Ein Beispiel für den Einsatz sogenannten „Maschinellen Sehens“ (Machine Vision) in der Serienfertigung ist die Förderung und Sortierung von Gütern auf Fließbändern. Der Einsatz moderner Kamertechnik ermöglicht die automatische Identifizierung von Objekten inklusive der zugehörigen Lageposition und -orientierung auf dem Fließband.

Dadurch können Objekte ohne Unterstützung von Menschen automatisch durch Roboter gegriffen und weiterverarbeitet werden.

## Machine Learning

Damit Systeme des Maschinellen Sehens verschiedene Objekte automatisiert unterscheiden können, benötigen sie Informationen, woran sie einzelne Objekte erkennen können und wodurch sich die verschiedenen Objekte unterscheiden. Diese Objekteigenschaften werden Features genannt. Im Falle der Serienfertigung handelt es sich bei den zu greifenden Objekten immer um dieselben Serienteile. Das bietet den Vorteil, dass beim Einrichten einer neuen Produktionsstraße die Features zum Unterscheiden der einzelnen Objekte manuell anhand der Objekte generiert werden können. Dieses manuelle Feature-Engineering ist zwar relativ aufwendig und kann Tage bis Wochen in Anspruch nehmen, muss jedoch nur einmal pro Fertigungsstraße durchgeführt werden. Außerdem kann das Machine Vision System optimal an die zu sortierenden Objekte angepasst werden.

Das SLS-Verfahren wird jedoch zumeist nicht für die Serienfertigung verwendet. Bei Dienstleistern wie der Protiq GmbH werden jeden Tag aufs Neue hunderte verschiedene Bauteile gefertigt. Die herkömmliche Vorgehensweise zur Inbetriebnahme einer Sortieranlage ist daher nicht praktikabel. Tägliches manuelles Feature Engineering zur Sortierung der jeweils aktuellen Bauteile ist schlichtweg nicht möglich. Um trotzdem eine automatisierte Sortierung der produzierten Bauteile zu ermöglichen, müssen daher Ansätze des Maschinellen Lernens (ML) genutzt werden.

## Deep Learning

Der Einsatz maschineller Lernverfahren ist in der Bildverarbeitung weit verbreitet. Ein Forschungsgebiet aus dem Bereich ML ist das sogenannte Deep Learning (DL). Der Name ergibt sich durch den Einsatz tiefer Lernsysteme wie z.B. Deep Neural Networks (DNN). Diese Systeme sind in der Lage viele nichtlineare Probleme anhand von bestehenden Trainingsdaten selbstständig zu erlernen. Der Vorteil besteht darin, dass kein manuelles Feature Engineering mehr notwendig ist. Stattdessen erlernt das System selbstständig basierend auf den Trainingsdaten sogenannte Deep Features. Diese werden im Falle der Sortierung so gelernt, dass die einzelnen Objekte durch die Features optimal unterschieden werden können.