

# Additive Manufacturing kommt auf die Schiene

Mit zunehmenden Anforderungen an Verfügbarkeit und Reaktionszeit stossen konventionelle Fertigungsverfahren an ihre Grenzen. Additive Manufacturing schliesst diese Lücke und ergänzt die Bahnwelt um eine digitale High-End Fertigungstechnologie.



Die Corona-Krise zeigt auf, wie wichtig das Zusammenspiel der Lieferketten ist, um unseren gewohnten Alltag aufrecht zu erhalten. Wenn nur wenige Räder dieses komplexen Systems nicht reibungslos ineinandergreifen, zeigt sich die Anfälligkeit eng verzahnter Lieferketten.

Um dieser Herausforderung gerecht zu werden und das Risiko daraus zu mindern, etabliert sich zunehmend ein Verfahren, mithilfe dessen produktionsnah oder unmittelbar in den Räumlichkeiten des Kunden produziert und damit kürzeste Bereitstellungszeiten gewährt werden können. Die Fertigungstechnologie hierfür nennt sich Additive Manufacturing (AM). Oft auch als 3D-Druck bezeichnet, ermöglicht diese Produktionsform mechanische Bauteile, die höchsten Ansprüchen im Bereich Personenbeförderung genügen, in

zertifizierter und nachhaltig hoher Qualität zu fertigen.

## Was bedeutet additiv?

„Additiv“ heißt das Fertigungsverfahren, weil die herzustellenden Produkte Schicht für Schicht aufgetragen werden. Dazu wird das Eingangsmaterial (Kunststoff oder Metall) aufbereitet und anschließend thermisch – zum Beispiel durch einen Laserstrahl – zu einem dreidimensionalen Gebilde zusammengefügt. Im Falle der Kunststofffertigung erinnert dieses Verfahren an eine Heißklebe-Pistole: Das fadenförmige Kunststoff-Material wird durch eine heiße Düse gepresst, dabei wird das Material geschmolzen und schichtweise aufgetragen. Dies erlaubt eine praktisch unbegrenzte Vielfalt an Formen, die auch an Vorbildern



**Kevin Kulzer, M.Eng.**

Sales Consultant bei Siemens Mobility AG  
Kevin.Kulzer@siemens.com

aus der Natur orientiert sein können (Bionik). Der oft mit komplexen Materialmischungen verbundene Herstellungsprozess ist im industriellen High-End-Bereich angesiedelt und nur durchgängig digital beherrschbar. Siemens Mobility treibt dieses Thema dank seiner ganzheitlichen Infrastruktur in der additiven Fertigung, von der Konstruktionssoftware bis zum zertifizierten Produktionsprozess in führender Position voran.

## Technologische Entwicklung

Die rasante Entwicklung des 3D-Drucks begann Anfang der 80er Jahre, getrieben durch den Bedarf an schnellen und kostengünstigeren Lösungen zur Generierung von Prototypen für die Serienfertigung. Innerhalb einer Dekade waren die bis heute massgebenden drei Fertigungsverfahren im Bereich additiver Fertigung patentiert. Im darauffolgenden Jahrzehnt der 90er Jahre, wurden die technologischen Fähigkeiten der Systeme optimiert, während sich die Weiterentwicklung in den 2000ern nicht nur in die Tiefe, sondern vor allem auch in die Breite ausweitete. Doch erst mit dem Auslaufen des Patentschutzes für das sogenannte Fused-Deposition-Modeling (FDM) im Jahre 2009 wurde ein wahrer In-



novationssprung ausgelöst, indem durch vermehrten Wettbewerb signifikante technische Fortschritte erzielt und gleichzeitig die Preise gesenkt werden konnten. Die Grundlage für die Industrialisierung in den 2010er Jahren war somit gelegt.

### Vorteile additiver Fertigung

Zunächst ist es entscheidend zu verstehen, dass Additive Manufacturing nicht antritt, um die bewährten Fertigungstechnologien Drehen, Fräsen, Bohren, Giessen und Co. zu verdrängen, sondern vielmehr diese um gänzlich neue Aspekte zu ergänzen und damit heutige, industrielle Bedürfnisse zu adressieren. Ein Vorteil ist, dass zur Produktion mittels AM-Fertigungsmaschinen keine spezifischen Werkzeuge erforderlich sind, was insbesondere bei kleinen Stückzahlen, wie beispielsweise bei Hilfswerkzeugen, die Wirtschaftlichkeit fördert. Auch Rüstkosten können bei Anpassung der jeweiligen Fertigungslose minimiert werden.

Ein sehr grosses Bedürfnis der Bahnwelt wird im Bereich Obsoleszenz adressiert. Dabei handelt es sich um Bauteile, die beispielsweise infolge Abkündigung oder auch Geschäftsaufgabe eines Lieferanten nicht mehr verfügbar sind. Diese, oftmals nur in geringer Stückzahl notwendigen, Bauteile können mithilfe eines Reengineerings, das manuell oder auch mithilfe eines 3D-Scanners stattfinden kann, digitalisiert und anschliessend produziert werden. Hierbei ergeben sich unmittelbar auch die Vorteile, Erfahrungen aus dem Betrieb mit einfließen zu lassen und gemeinsam mit dem Kunden konstruktive Verbesserungen, beispielsweise eine optimierte Reparaturfähigkeit, zu implementieren.

Vorteile im Überblick:

- Lösungen im Obsoleszenz Fall
- Verbesserung des Bauteils
- Verkürzung der Lieferzeit
- Reduktion von Einmalkosten (Entfall Werkzeuge, Rüstkosten, etc.)
- Designfreiheit (Bionische Bauformen)

### Eignung für die Bahnbranche

Der hohe Reifegrad der Additive Manufacturing Technologie lässt inzwischen diverse Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der besonders streng reglementierten Personenbeförderung zu. Die Gründe hierfür liegen in der Erfüllung branchenüblicher Brandschutznormen gemäss EN 45545. Eingehalten werden diese mithilfe feuer-



**1:** Nachhaltige Lösung durch Additive Manufacturing. Der defekte Handapparat muss nicht mehr komplett getauscht und entsorgt werden, sondern wurde repariert und eine ggf. notwendige Reparatur technisch vereinfacht

fester Materialien, beziehungsweise einer Nachbearbeitung, indem das Bauteil, bei Bedarf, mittels Oberflächenbeschichtung den entsprechenden Brandschutzanforderungen angepasst wird. Folglich können jedem Bauteil auf Wunsch Konformitätserklärungen und alle erforderlichen Unterlagen, inklusive Festigkeitsnachweise und Materialanalytik beigelegt werden.

Darüber hinaus war es für Siemens Mobility von zentraler Bedeutung eine konstant hohe Prozessqualität im Sinne der Reproduzierbarkeit zu etablieren. Die erfolgreiche Zertifizierung des TÜV Süd als «industrieller Lieferant für die additive Fertigung» unterstreicht diese Ambition und liefert Ergebnisse, die höchsten Ansprüchen genügen. Darüber hinaus runden Nachweise über die Einhaltung von ISO9001, ISO14001 und OHSAS18001 die Standardisierung ab.

### UseCase 1 Instandhaltung

Das Ziel, eine hundertprozentige Systemverfügbarkeit zu erreichen, ist für die unter hohem Wettbewerbsdruck stehenden Betreiber von bedeutender Priorität. Speziell die Instandhaltung der Schienenfahrzeuge ist eine grosse Herausforderung, besteht doch ein Zug aus mehreren Tausend Teilen. Diese für den tatsächlichen Bedarfsfall zu produzieren und zu lagern, wäre für den Betreiber unwirtschaftlich. Zwar sollten häufig auszutauschende Standard- und Verschleissteile für die Wartung permanent vorgehalten werden. Oft können jedoch bereits einfachste, selten defekte Bauteile den Stillstand eines Zuges verursachen.

Typisches Alltagsbeispiel: ein defekter Handapparat für den Zugfunk (siehe Bild 1). Hierbei handelt es sich um einen sogenannten A-Fehler, welcher den weiteren

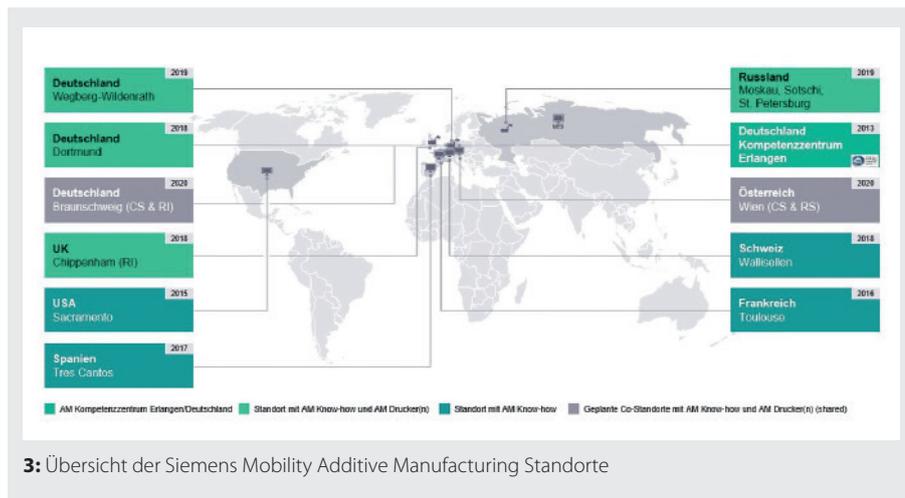
Betrieb des Zuges nicht erlaubt. In der Regel funktioniert lediglich die Taste nicht. Da es sich jedoch um eine Baugruppe handelt, musste bislang der komplette Apparat ersetzt und entsorgt werden. Siemens Mobility hat nun diese Taste nicht nur gedrückt, sondern deren Konstruktion auch so verbessert, dass sie sich mit wenigen Handgriffen in kürzester Zeit austauschen lässt. Bei weiteren Baugruppen ist die Problematik ähnlich gelagert und Additive Fertigung bietet für diese Anwendungen intelligente und wirtschaftliche Lösungen.

### UseCase 2 Frontschürze

Ein weiteres Praxisbeispiel demonstriert die Verbindung aus Produktverbesserung und optischer Wahrnehmung. In nachfolgender Abbildung findet sich der Tramtyp «Combinio». Ausgeliefert zu Beginn der 2000er Jahre entspricht die Front nicht mehr heutigen Ansprüchen an ein attraktives Produktdesign. Als Fahrzeughülle trägt es darüber hinaus massgeblich zur Kundenwahrnehmung und sogar in gewisser Weise zum Stadtbild bei.



**2:** Tram Frontschürzen im Vergleich. Links die Serienauslieferung, rechts ein Facelift realisiert via Additive Manufacturing



In Abstimmung mit den Betreibern wurde analysiert, dass Beschädigungen zu meist lokal auftreten. Entgegen dem üblichen Vorgehen hier konventionelle GfK Elemente zu verbauen, die im späteren Einsatz unflexibel sind, wurde daraufhin entschieden, Front- und Seitenschürzen in mehrere Teilelemente zu gliedern. Diese ermöglichen im Schadensfall einen kurzfristigen, partiellen und wirtschaftlichen Austausch. Auch wurde die Einstellbarkeit der Scheinwerfer, ebenso wie die Montageaufwände vereinfacht. Somit muss der Betreiber keine Ersatzteile mehr vor Ort halten, sondern hat die Möglichkeit innerhalb von 48h in die Schweiz beliefert zu werden und damit im Bedarfsfall unmittelbar reagieren zu können. In gleichem Zuge wurde auch ein optisches Facelift umgesetzt, dass das Tram

wieder in einem attraktiven, zeitgemässen Design aufwarten lässt (siehe Bild 2).

**Referenzen**

Da sowohl Nachfrage als auch Angebot stetig wachsen, befindet sich der Additive Manufacturing Markt in einem dynamischen Aufschwung. Gestützt durch die technischen Fähigkeiten, sowie eine umgreifende Digitalisierung, etabliert sich die Technologie zunehmend im Schweizer Bahnmarkt.

Fahrzeuggesteuer, ob Tram-, Nah- und Fern- oder auch im Güterverkehr beschäftigen sich intensiv mit Anwendungsmöglichkeiten.

Dabei werden sie vom dezentralen Produktionsnetzwerk von Siemens Mobility unterstützt (siehe Bild 3).

**Ganzheitlicher Ansatz**

Siemens Mobility bietet als Alleinstellungsmerkmal sämtliche Leistungen der digitalen Prozesskette rund um Additive Manufacturing an. Von der notwendigen Konstruktionssoftware (CAD) über Consulting Leistungen rund um die Bauteilauswahl- und optimierung bis hin zu Simulationen am Digital Twin und dem eigentlichen Produktionsvorgang findet alles lückenlos, mit massgeschneiderten Softwareprodukten aus dem Hause Siemens Mobility statt. Im Anschluss an die eigentliche Fertigung werden sämtliche Produktionsprotokolle archiviert und im Rahmen der Qualitätssicherung digital aufbewahrt (siehe Bild 4).

Diese digitale Prozesskette ermöglicht es Betreibern darüber hinaus, Ersatzteile nicht mehr kapitalintensiv einzulagern, sondern bei Bedarf zu bestellen und über das dezentrale Produktionsnetzwerk schnellstmöglich mit der freien Produktionsressource bedient zu werden.

**Vision**

Die Vision ist, Additive Manufacturing als Fertigungstechnologie so in die Prozesse zu implementieren, dass lokale, dezentrale Fertigungsstätten zum Standard werden und eine unmittelbare Teilebereitstellung, 24/7 an 365 Tagen im Jahr garantieren. Ein solch robustes Produktionssystem ist auch gegen externe Faktoren, wie sie die Corona Pandemie darstellt, nachhaltig gesichert.



**4: Simulationen am additiv gefertigten Bauteil**