
Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Lernreise I 4.0 | Kurzvorstellung der Referenten

Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion



Rainer Otto

Maschinenbau-Ingenieur
Bei Festo seit 2004 – Werdegang:
Leiter Rationalisierungsprojekte in der Montage
Planungsteamleiter Serienproduktion
Leiter Fertigung hubunabhängiger Teile
Seit 2016 Leiter Werksengineering
Seit 2011 Mitglied des Werks-Management-Teams



Simon Krämer

Maschinenbau-Ingenieur, Fachrichtung Produktionstechnik
Bei Festo seit 2009 – Werdegang:
Duales Studium
seit 2012 Konstruktion Sondermaschinen- und Anlagenbau
seit 2016 zusätzlich Technische Projektleitung

Inhalte/Kurzagenda

- Motivation für die Einführung des 3D-Drucks
- Ansätze für die Umsetzung
- Mitarbeiterauswahl und –qualifizierung
- Maschinenauswahl
- Einführung, Erfahrungen und Nutzung
- Überführung in den Betriebsmittelbau

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Vorbemerkung:

Es steht weniger das technische Verfahren der additiven Verfahren im Mittelpunkt des Workshops.

Wir möchten über Ideen, Schwierigkeiten, Maßnahmen und Entwicklungen berichten, die uns bei der Integration des 3D-Drucks in den Betriebsmittel- und Anlagenbau begleitet haben – insbesondere mit Blick auf die betroffenen Mitarbeiter.

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Wir möchten von Ihnen wissen....

- Setzen Sie additive Fertigungsverfahren in Ihrem Unternehmen ein?
- Wie viele Drucker haben Sie im Einsatz?
- Welche Druckverfahren haben Sie im Einsatz?
- Falls ja: Was sind typische Anwendungsfälle?

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

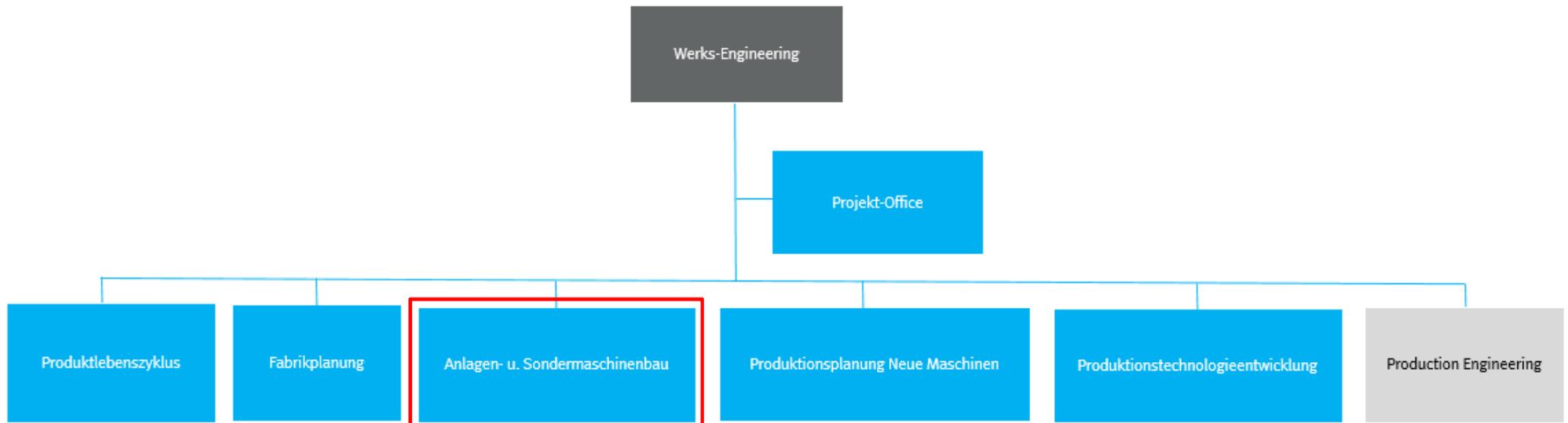
Wir möchten von Ihnen wissen....

- Setzen Sie additive Fertigungsverfahren in Ihrem Unternehmen ein? *(ja/nein)*
- Wie viele Drucker haben Sie im Einsatz? *(1, 2-5, 5-25, >25)*
- Welche Druckverfahren haben Sie im Einsatz? *(Auswahl: FDM, Sintern, Stereolithographie, sonstige)*
- Falls ja: Was sind typische Anwendungsfälle?
-> Auswahl: Prototypenbau, Anlagen und Betriebsmittelkomponenten, (Funktions-)Muster, Komponenten von Endkundenprodukten, Reparaturen und Ersatzteile, sonstiges – Mehrfachnennungen möglich

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Kurzvorstellung der Betriebsmittelkonstruktion und des Anlagenbaus

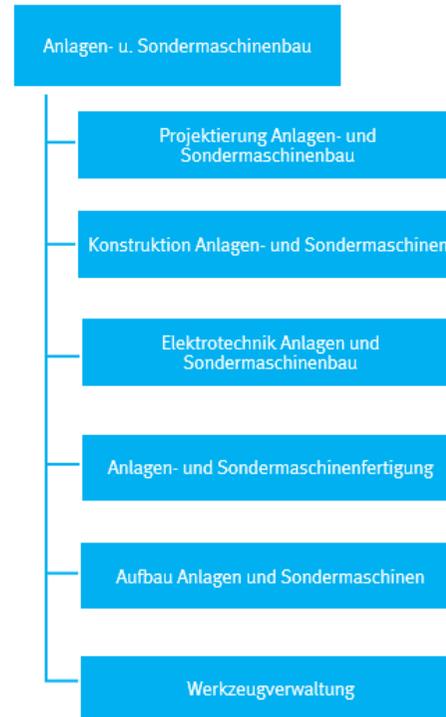
Der Anlagen- und Betriebsmittelbau ist Teil des Werksengineerings...



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Kurzvorstellung der Betriebsmittelkonstruktion und des Anlagenbaus

... und ist aufgeteilt in Fachgruppen



Aufgabe und Funktion...

... Konzeptionierung, Planung, Konstruktion, Bau und Inbetriebnahme von eigenerstellten Anlagen

... für den Standort Rohrbach und andere Standorte im Werksverbund

... kurzfristige Reparatur und/oder Anfertigung von Betriebsmittelkomponenten (fast factory)

... Prozessentwicklung und Expertise bei Kerntechnologien am Standort Rohrbach: prüfen, schrauben, fetten, pressen

... Planung, Beschaffung und Verwaltung aller Zerspanungswerkzeuge am Standort

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Ergebnisse der Fragen/Rückmeldungen

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Motivation für die Einführung von additiver Fertigung

Additive Fertigungsverfahren bieten grundsätzlich viele Vorteile....

- Schnelles Verfahren -> kurze Reaktionszeiten -> kurzfristige Realisierung von Prototypen und Hand-/Funktionsmustern; Reduzierung von (Ersatzteil-)Beständen
- Kostengünstiges Verfahren -> moderate Investitionskosten; einfache und kostengünstige Herstellung von Bauteilen; einbaufertig
- Flexibles Verfahren -> bietet neue konstruktive Möglichkeiten; konstruktive Freiheit bei Bauteilen, die konventionell nicht herstellbar sind
- Leichtbau-Varianten möglich (z.B. zur Gewichtseinsparung)
- Möglichkeiten der Gestaltung optimaler Vorrichtungen und Werkzeuge hinsichtlich z.B. MTM-gerechtem oder ergonomischem Gestalten
- Frage: Welche weiteren grundsätzlichen Vorteile kennen Sie?

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Abgleich zu den Anforderungen am Standort

Welche der genannten Vorteile lassen sich für den Betriebsmittelbau am Standort nutzen?

Wie fangen wir an? Wie starten wir?

... mit der Formulierung eines klaren Projektauftrags mit Benennung der Team-Mitglieder, Definition eines Terminplans mit Meilensteinen, Festlegung eines Projektbudgets, Stakeholderbefragung....

-> Klassische Projektvorgehensweise ?!

Haben wir es so gemacht? NEIN!

Unser Ansatz: ein eher **iteratives Vorgehen**, weil wir uns sicher waren, dass wir bei der Entscheidungsfindung selbst noch viel lernen werden

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Abgleich zu den Anforderungen am Standort

Welche der genannten Vorteile lassen sich für den Betriebsmittelbau am Standort nutzen?

- ... welche 3D-Drucker-Typen gibt es?
- ... welche Materialien können in welcher Qualität gedruckt werden?
- ... welche Vor- und Nachteile bieten die Verfahren?
- ... welche Genauigkeiten können erreicht werden? Ist eine Nachbearbeitung notwendig?
- ... welche mechanischen Eigenschaften weisen die hergestellten Teile auf?
- ... welche chemischen Eigenschaften?
- ... welche Bauteile könnten zukünftig gedruckt werden, die heute noch konventionell hergestellt werden?
- ... und ist eine Umstellung wirtschaftlich?

Wer im Team kann diese Fragen beantworten und zu einer Entscheidungsfindung beitragen?

-> aus einer Technikfrage ...



... wurde auch eine MA-Kompetenz-Frage



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Identifikation von in Frage kommenden Mitarbeitern

Es gibt im Anlagen- und Betriebsmittelbau „Kompetenzteams“ für die Kerntechnologien, die wir am Standort Rohrbach einsetzen.

Mit diesen Kompetenzteams haben wir sehr gute Erfahrungen gemacht haben.

-> Idee: **Gründung** eines „kleinen“ **Kompetenzteams „3D-Druck“**

Wer kommt für ein solches Team in Frage?

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Identifikation von in Frage kommenden Mitarbeitern

Sichtung aller Mitarbeiter im Betriebsmittel- und Anlagenbau mit den entsprechenden Führungskräften hinsichtlich folgender Fragen...

- ... wer muss sich (Kraft seines Amtes) mit dieser Technologie und Fragestellung beschäftigen? (1)
- ... wer hat eine entsprechende Vor- und/oder Ausbildung und kann bereits Know-How einbringen? (2)
- ... wer beschäftigt sich im privaten Bereich mit dieser Technologie? (3)
- ... wer im Konzern kann eingebunden werden? (4)
- ... wer zeigt Interesse an der Technologie bzw. ist in der Vergangenheit als Treiber bei der Einführung neuer Technologien positiv aufgefallen? (5)

Ergebnis:

Kompetenzteam bestehend aus 3 Mitarbeitern:

Lead-Konstrukteur (1, 3)

Junior-Konstrukteur mit Vorwissen aus dem Studium (2, 3)

technisch versierter Mitarbeiter aus dem Aufbauteam (3, 5)

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Qualifizierung des Kompetenzteams

Bausteine der Qualifizierung

- ... Recherchen im Internet
- ... Kontaktaufnahme mit Herstellern von 3D-Druckern
- ... Nutzung des Festo internen Netzwerks
- ... Besuch von Vorträgen und Veranstaltungen
(z.B. Fa. Materialise im Rahmen der Lernreise I 4.0)

-> brachte viel Information und Klarheit, aber auch neue Fragen!

Wir steuerten auf eine Henne-Ei-Problem hin:

Welche Möglichkeiten zur Qualifizierung bei „unbekannten“ Themen nutzen Sie?
(Berater, Austausch im Unternehmensverbund, Austausch mit befreundeten Unternehmen, Zusammenarbeit mit Hochschulen, Zusammenarbeit mit Verbänden (IHK, Arbeitgeberverband, lokale Technologiecluster, sonstiges...))



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Qualifizierung des Innovationsteams

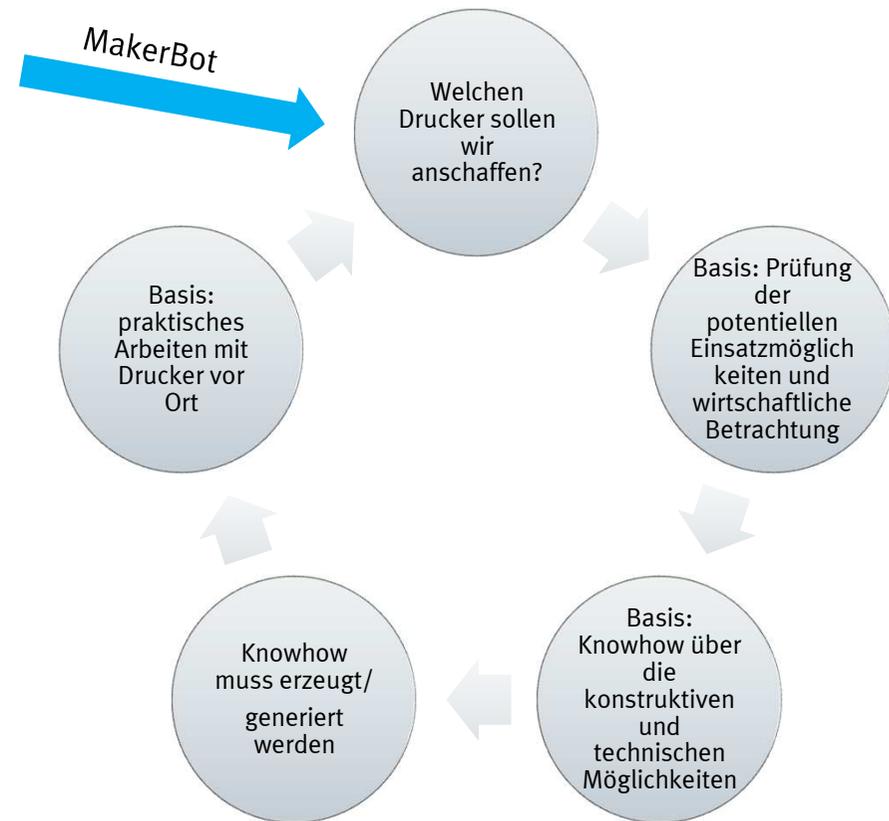
Wie haben wir diesen Kreis durchbrochen?

Für die Ausbildung im Festo Lernzentrum wurden „MakerBots“ bestellt und wir haben auch zwei dieser Geräte bei uns installiert und den Projektauftrag

„Prüfung von Einsatzmöglichkeiten 3D-gedruckter Teile im Anlagen- und Betriebsmittelbau“

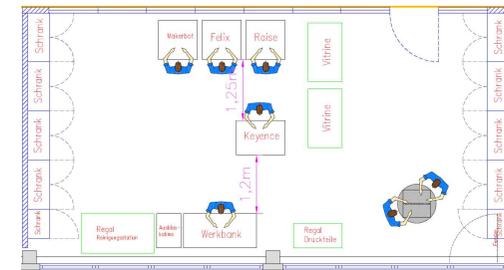
gestartet.

Was aus dem Projektauftrag wurde?



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

3D-Druck „Heute“ im Betriebsmittelbau



Fast Factory,
Betreuung durch die Betriebsmittel-Fertigung

Versuchsfeld,
Betreuung durch die Konstruktion



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

KnowHow-Aufbau gemäß Learning-by-Doing → Erste Schritte ...

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

KnowHow-Aufbau → Ausbau der technologischen Möglichkeiten

Polyjet-Verfahren → Lösungen möglich, welche mit FDM nicht möglich waren

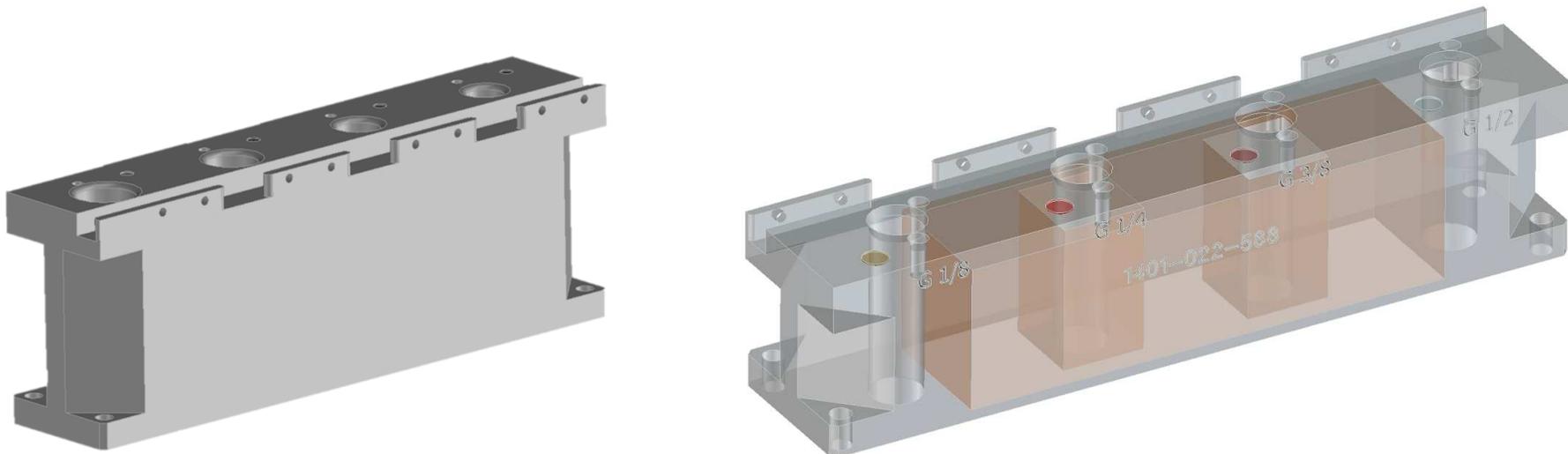


Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Die konstruktive Evolution nimmt Fahrt auf ...

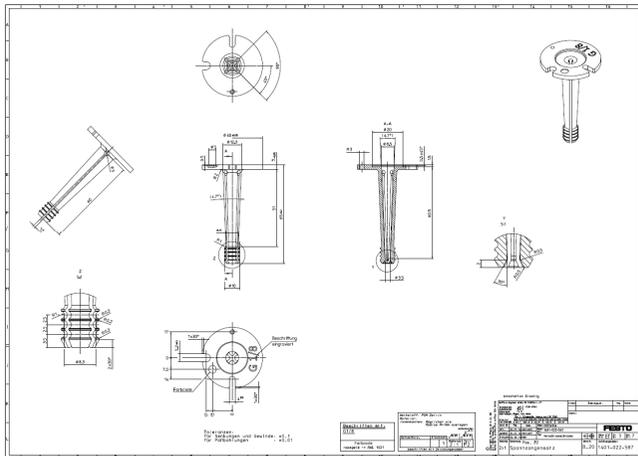
Teile, die für spangebende Fertigung konstruiert sind, wurden erstmal 1:1 gedruckt

Erste Entwicklungsstufe: „wir sparen Material ein“ → werden günstiger ohne Beeinträchtigung der Funktion



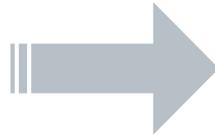
Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Die konstruktive Evolution nimmt Fahrt auf – EIN BEISPIEL an Evolutionsstufen

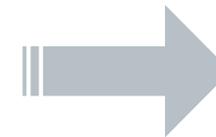


konventionelle Fertigung:

Drehen, fräsen, schleifen,
 erodieren, härten
 -> viele Prozessschritte



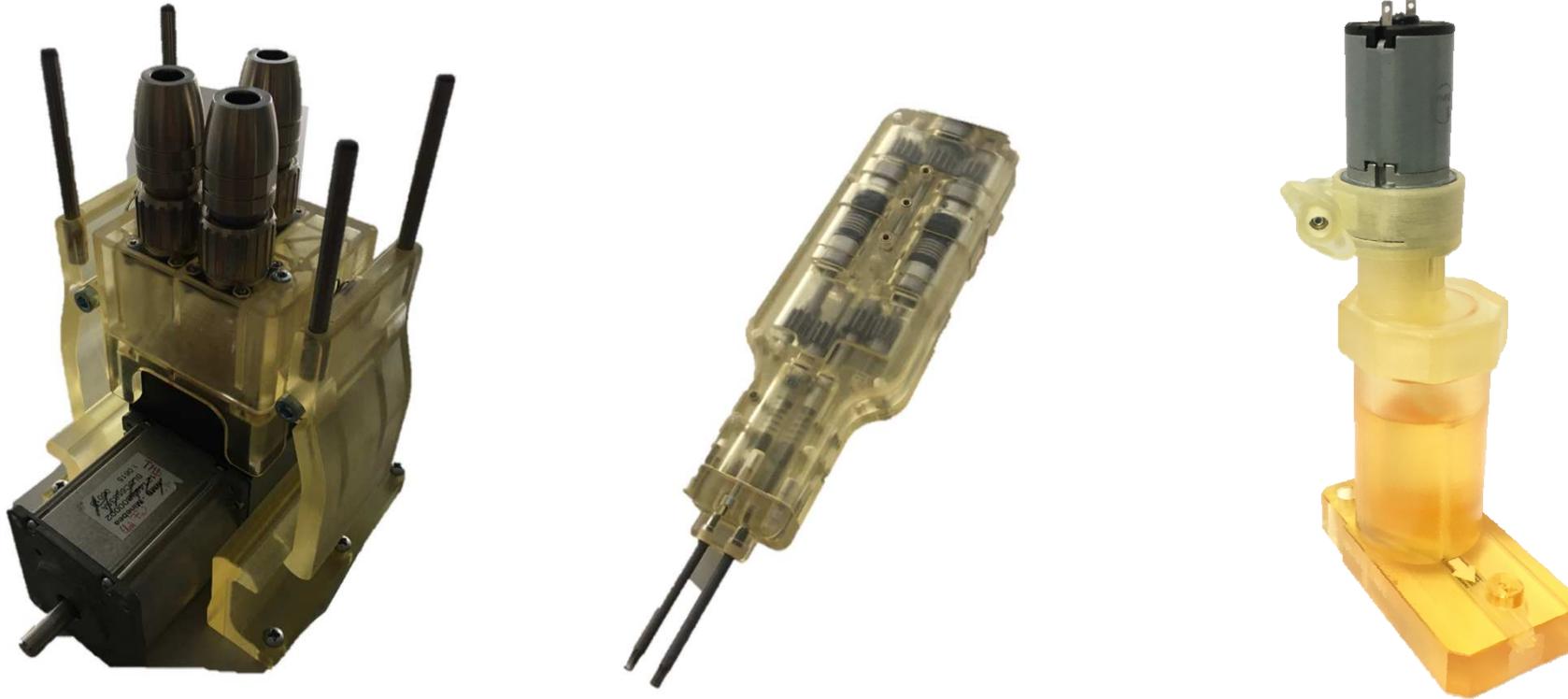
3D-Druck



„optimierter“ 3D-Druck

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Evolution im Denken → Innovationen, welche spangebend nicht oder nur bedingt herstellbar sind



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Weiterentwicklung der konstruktiven Herangehensweise → „Think Additiv“

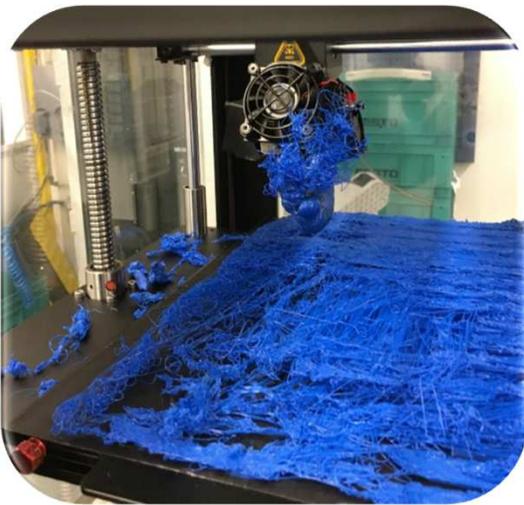
- **Think Additiv** → Auftragen statt Abtragen (Mindset-Änderung bei den MA)
- Konstruieren mit minimalem Materialeinsatz → Material nur dort, wo es für die Funktion des Bauteils notwendig ist
- Druckgerechtes Konstruieren → Vermeidung von Stützmaterial und „Brücken“
- innenliegende Bohrungen, Kanäle und Beschriftungen möglich: Spannbacken, Montagehülsen
- Radien und haptische/ergonomische Verbesserung: Griffe, Montagehilfsmittel ...
- Konstruktion immer komplexerer Vorrichtungen: Fettvorrichtungen, Venturi-Düse DFM, Montagehülse mit Schutz



➔ Dokumentation mittels „Konstruktionsleitfaden“

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Die Entwicklung war nicht immer linear, es gab auch Rückschläge (oder wie man sagt: Lernschleifen) und Ernüchterung ...



... das gehört dazu!

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Es entwickeln sich aus interner Kundensicht zwei gegensätzliche Einstellungen zum 3D-Druck

„Können wir das nicht drucken?“ ->  <- „Bitte nicht Drucken, das hält eh nicht“



- Immer stärker wurde die Kosten-Nutzen-Frage gestellt
- Skepsis: Erfüllen die 3D-Druck-Teile die mechanischen und chemischen Anforderungen



- Was nutzt die beste Technik, wenn kein Bedarf dafür existiert?

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Akzeptanz auf Kundenseite schaffen – internes Marketing

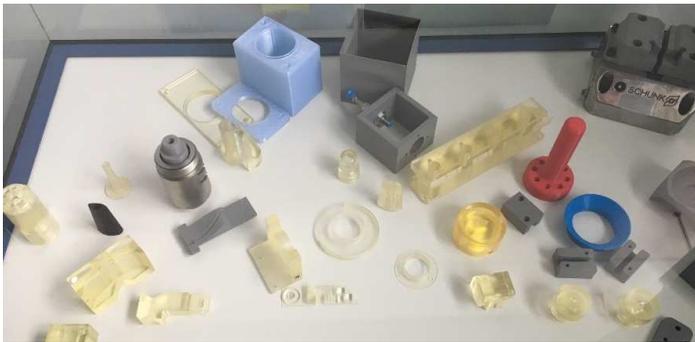
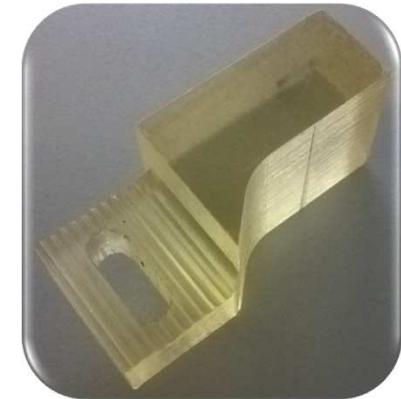
Erstes Serienbauteil: Spannfinger für eine Stangendrehmaschine
Skepsis und Vorbehalte beim internen Kunden, der Fertigung „Drehtechnik“ -> Überzeugungsarbeit nötig

Weitere Informationsplattform für die Produktions-Verantwortlichen:

Erweiterter Führungskräfte-Tag (interne Informationsveranstaltung für alle Führungskräfte am Standort)

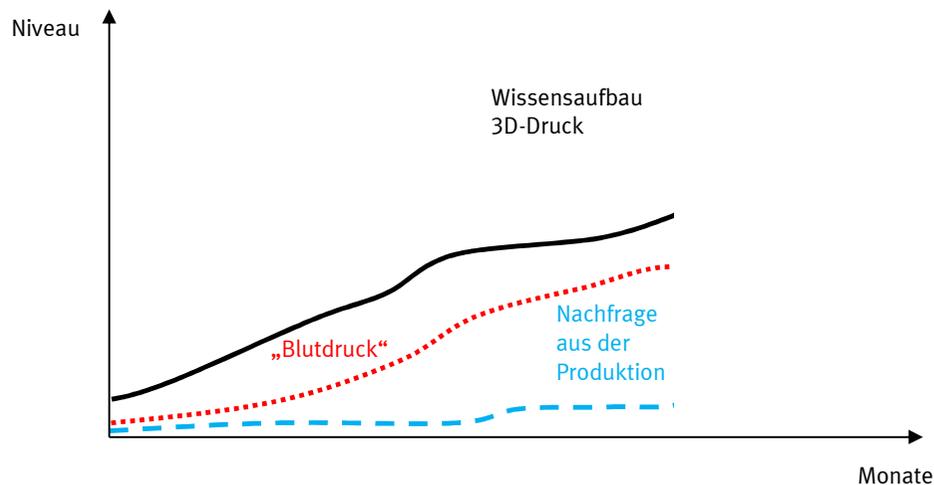
-> Exponate zum Anschauen und „in die Hand nehmen“ – interne „Ausstellung“

-> Information über Vorteile und Nutzen für die Produktion



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Akzeptanz auf Kundenseite schaffen – internes Marketing



Idee:
 im Rahmen von STAR 3D-Druck-Anwendungen finden
 Belohnung/Anreiz: 1 privates 3D-Druck-Teil

Trotz genereller technischer Neugier hat es gut 6 Monate gedauert, bis der Nachfrage-Knoten geplatzt ist.

... nicht nur auf Kundenseite
 ... auch bei den Kollegen in der BM-Konstruktion

Es gab nicht nur einzelne Anfragen, sondern eine spürbare Nachfrage nach 3D-Druck-Teilen gab.

Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Auswirkungen auf den Bereich Fertigung

Jedes Bauteil, das gedruckt wird, muss nicht mehr konventionell gefertigt werden

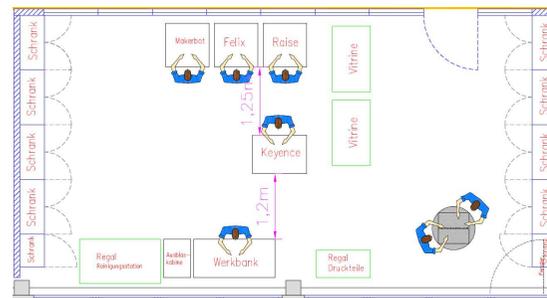
-> weniger Auslastung in der spanenden Fertigung

-> Vorbehalte und Sorgen („Was passiert mit uns?“, „3D-Druck nimmt uns die Arbeit weg“, „Machen wir uns interne Konkurrenz?“)

Klare Erklärung: Es gibt kein Zurück, 3D-Druck hat festen Einzug ins Werk gehalten!

Perspektive für die spanende Fertigung: Integration der 3D-Drucker in die Fertigung, als ganz normales Fertigungsverfahren

-> umgesetzt im Herbst 2020, **Integration in die Fast Factory**



Lernreise I 4.0 | Additive Fertigung und deren Einfluss auf die Betriebsmittelkonstruktion

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

