



Whitepaper

Identifikation vom Nutzen der additiven Fertigung im Unternehmen

EIN PRAXISERPROBTES VORGEHEN ALS ZIELFÜHRENDE
ALTERNATIVE ZUR KLASSISCHEN ANWENDUNGSIDENTIFIKATION

Autoren: Philipp Süß | Tim Heinig

Über die Autoren

Philipp Süß

Der Maschinenbauingenieur und Innovationsmanager Philipp Süß ist ein erfahrener Spezialist für die Entwicklung von Bauteilen und Geschäftsmodellen mit den additiven Fertigungsverfahren.

Tim Heinig

Neben der Industrialisierung der additiven Fertigung für die Produktion von Bauteilen liegt der Fokus des Maschinenbauingenieurs auf der Nutzung von Computational Design zum Erschaffen innovativer Produkte.

Identifikation vom Nutzen der additiven Fertigung im Unternehmen

1. Auflage Mai 2024

Autoren: Philipp Süß, Tim Heinig

Herausgeber: Ingenieurbüro Süß & friends

Bilder und Grafiken: Ingenieurbüro Süß & friends

Ingenieurbüro Süß & friends
Inhaber Philipp Süß
Augustastr. 66
45476 Mülheim an der Ruhr

© Ingenieurbüro Süß & friends 2024

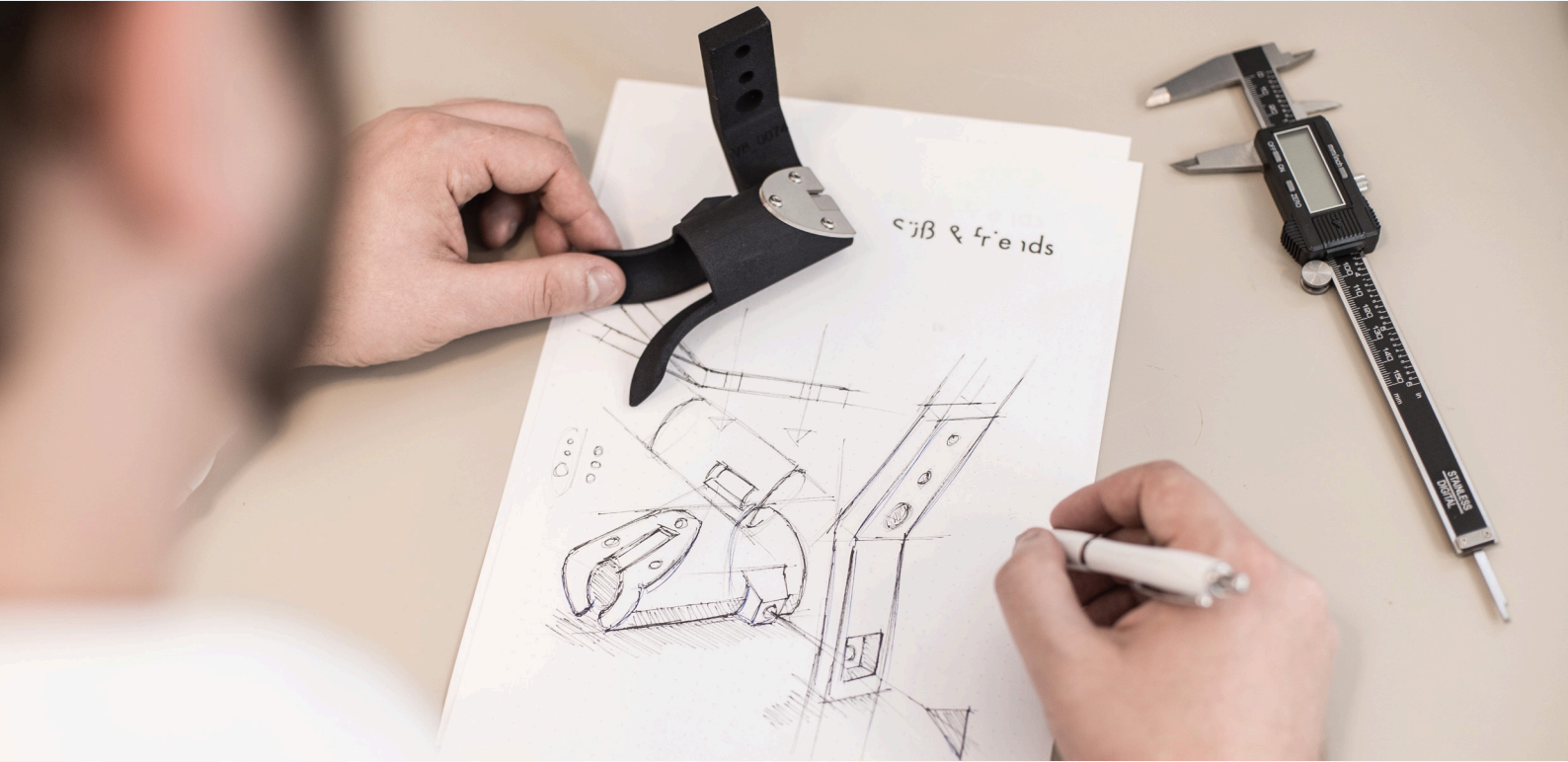
QUELLEN

[1] MERAN, R.; JOHN, A.; STAUDTER, C.; ROENPAGE, O.: SIX SIGMA TOOLSET, SPRINGER GABLER, BERLIN HEIDELBERG, 5. AUFLAGE, 2014.

[2] TAUSCH, S.; NUSSBERGER, F.; HUSSMANN, H.: SUPPORTING THE DISNEY METHOD WITH AN INTERACTIVE FEEDBACK SYSTEM, 2015.

[3] DIN EN 12973:2020-05: VALUE MANAGEMENT, 2020-05.

[4] DESIGN COUNCIL: THE DOUBLE DIAMOND, [HTTPS://WWW.DESIGNCOUNCIL.ORG.UK/OUR-RESOURCES/THE-DOUBLE-DIAMOND/](https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/).



Management Summary

Die Vorteile der additiven Fertigung sind mittlerweile bei vielen Mitarbeitenden im Unternehmen bekannt und erprobt. Trotzdem hat sich der 3D-Druck noch nicht als vollwertiges Fertigungsverfahren in der Industrie durchgesetzt. Ein Grund sind komplexe Investitionsentscheidungen, weil Wettbewerbsvorteile und Kosten für noch unbekannte Business-Cases schwer abzuschätzen sind. Auch auf operativer Ebene fällt das Bewerten von Machbarkeit und Nutzen einzelner Bauteile oft schwer. In diesem Whitepaper wird ein in der Praxis bewährtes Vorgehen vorgestellt, um den gezielten Nutzen der additiven Fertigung im Unternehmen zu identifizieren und die dafür erforderlichen Maßnahmen abzuleiten.

Die Anwendungssuche im bestehenden Portfolio hat sich als problematisch erwiesen. Dazu zählen z. B. das Filtern der eigenen Bauteilbibliotheken nach technischen Datenpunkten wie Stückzahl, Bauteilgröße oder Zerspanungsgrad. So werden Bauteile gefunden, bei denen alle Probleme bereits gelöst sind. Auch haben sich diese Bauteile in der Realität bewiesen und genießen das Vertrauen der Mitarbeitenden. Es braucht also starke Argumente, gutes Change Management und viel Vertrauen in diese neue Technologie, um diese Bauteile noch einmal zu

verändern und fortan additiv zu fertigen.

Ein bewährtes Vorgehen, das verschiedene anerkannte Methoden aus dem Innovationsmanagement und Ingenieurwissenschaften verbindet, wird in diesem Whitepaper vorgestellt. Dieses eignet sich als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen zur Steigerung des Nutzens bestehender Maschinen, zur Vorbereitung von Investitionsentscheidungen in neue 3D-Drucker und auch wenn die Produktion über Fertigungsdienstleister erfolgen soll. Das vorgestellte Vorgehen ist ergebnisoffen und liefert quantifizierbare Ergebnisse, wodurch auch sichtbar wird, wo die additive Fertigung keinen Nutzen für das Unternehmen bringt. Das Ergebnis kann also auch eine fundierte strategische Entscheidungsgrundlage gegen die additive Fertigung sein. Der Fokus liegt nicht nur auf der Identifizierung bestehender Bauteile mit Optimierungspotential, sondern auf neuen Marktchancen und der Verbesserung von bestehenden Wertschöpfungsketten. Dadurch wird es möglich, die Vorteile der Verfahrensgruppe *Additive Fertigung* vollständig zu nutzen und somit technisch und wirtschaftlich zielführende Bauteile umzusetzen und so neue Wettbewerbsvorteile zu erschließen. Vor allem ist der wirtschaftliche Mehrwert der Ergebnisse stark begrenzt.



Herausforderungen bei der Anwendungsfindung

„Wie kann ich neue Anwendungen für die additive Fertigung identifizieren?“ Die Frage kommt in der Regel von Mitarbeitenden aus Unternehmen, die sich kürzlich einen industriellen 3D-Drucker gekauft haben, um Serienteile zu produzieren oder noch überlegen, ob sie es tun sollen.

Häufig werden ausschließlich Top-down Maßnahmen versucht, um Anwendungen für die additive Fertigung im Unternehmen zu finden. Dazu zählt das beliebte Filtern der eigenen Bauteilbibliotheken nach technischen Datenpunkten wie Gewicht, Stückzahl oder Bauteilgröße. Hierbei sollen Bauteile identifiziert werden, die kostengünstiger mit 3D-Druck produziert werden können als mit dem aktuellen Fertigungsverfahren. Doch was wird dann gefunden? Existierende Bauteile, bei denen alle Probleme bereits gelöst wurden. Auch haben sich diese Bauteile in der Realität bewiesen und genießen das Vertrauen der Mitarbeitenden. Es braucht also starke Argumente, gutes Change Management und viel Vertrauen in diese neue Technologie, um das Bauteil noch einmal zu verändern.

„Wie kann ich neue Anwendungen für die additive Fertigung identifizieren?“

Vor allem sollte man eins nicht vergessen: Jedes technische Bauteil wurde einmal fertigungsgerecht und mit bestimmten Zielen konstruiert. Das heißt, es wurde mit viel Aufwand und Know-how so gestaltet, dass es mit einem einzelnen, genau spezifizierten Verfahren optimal hergestellt werden kann. Insbesondere bei komplexen Bauteilen ist ein Wechsel auf ein anderes Fertigungsverfahren ohne eine ausgeprägte Anpassung der Konstruktion daher in der Regel nicht möglich. Für die additive Serienfertigung, die vom Prototyping klar abzugrenzen ist, ist die fertigungsgerechte Konstruktion erfolgsentscheidend. Hier ergibt sich aber ein Zielkonflikt mit dem Top-down Ansatz der Bauteilidentifikation



Schnittansicht eines Vakuumgreifers mit innenliegenden, gebogenen Luftkanälen. Additiv gefertigt im Pulverbettverfahren aus weißem Kunststoff (Polyamid). Quelle: Süß & friends

und der Methode des Datenbankfilterns im Speziellen. Schließlich muss die Backwards-Compatibility gewährleistet sein. Also die Fähigkeit, das Bauteil wieder in das ursprüngliche System bzw. Maschine einzubauen, ohne diese selbst zu verändern. Der Lösungsraum für die Umgestaltung erlaubt also nur kleine Verbesserungen, aber kaum echte Innovationen.

Für wen ist dieses Vorgehen geeignet?

Für Unternehmen, die praxisnah und ergebnisoffen die wirtschaftliche und technische Nutzbarkeit der additiven Fertigung bewerten wollen. Besonders empfehlenswert für die Ausarbeitung einer Strategie zur erfolgreichen Einführung der additiven Fertigung als vollwertiges Fertigungsverfahren im Unternehmen.

Ist das Filtern der eigenen Bauteildatenbanken nach geeigneten Bauteilen für die additive Fertigung dann eine schlechte Idee?

Nicht unbedingt. Die Methode kann durchaus schnell echtes Potential zur Kosteneinsparung in der Produktion liefern. Materialeinsparung, kürzere Fertigungszeiten und geringere Stückkosten sind starke Wertschöpfungsmechanismen, die so identifiziert und ausgenutzt werden können. Vor allem, wenn man gerade erst in eine AM Maschine investiert hat, können damit die *Low hanging fruits* gefunden werden. Also die Bauteile, die großen Mehrwert liefern und leicht umzusetzen sind und so den Nutzen der Maschine steigern. Das ist oft entscheidend, wenn innerhalb des Unternehmens sowohl in den Entscheidungsebenen als auch bei den Mitarbeitenden schnell Ergebnisse geliefert werden müssen.

Aber die Anzahl der so identifizierbaren Bauteile ist sehr begrenzt. Vor allem aber ist eine Bauteildatenbank, wenn auch oft groß, dennoch endlich. Schnell sind die *Low hanging fruits* alle gepflückt. Als eine große Hürde hat sich oft eine mangelnde Datenqualität in den Produktdatenbanken erwiesen. Als Methode, um die additive Fertigung nachhaltig im Unternehmen zu im-

plementieren, ist diese Methode daher ungeeignet. Generell ist es nicht zu empfehlen, ausschließlich nach Bauteilen für die additive Fertigung zu suchen. Die additive Fertigung sollte als vollwertiges Verfahren im Unternehmen implementiert werden und daher auch bei der Auswahl des Fertigungsverfahrens für zukünftige Bauteile nicht bevorzugt werden. Neben den klaren Vorteilen birgt die Technologie einige Nachteile, die andere Fertigungsverfahren nicht haben. Wichtig ist deswegen neben dem Erkennen potentieller Bauteile für die additive Fertigung auch solche zu erfassen, welche nicht für die additive Fertigung geeignet sind.

Die additive Fertigung ist dann erfolgreich, wenn die technologischen und wirtschaftlichen Vorteile der Technologie bestmöglich ausgenutzt werden. Das ist nur dann zu erreichen, wenn die Bauteile konstruktiv optimiert bzw. eigens für das jeweilige additive Verfahren entwickelt werden. Die fertigungsgerechte Konstruktion ist also, wie bei jedem anderen Fertigungsverfahren auch, essenziell für den Erfolg.



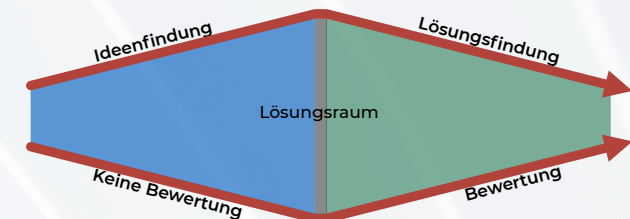
Konventionell VS Additiv gefertigt

Der Vergleich der **Fertigungs- und Montageschritte** eines herkömmlich gefertigten und eines additiv gefertigten Bauteils.
Quelle: Süß & friends

Vorgehen zur Identifikation vom Nutzen der additiven Fertigung im Unternehmen

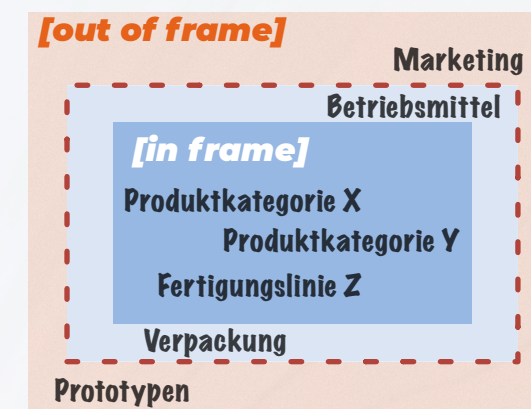
In der Branche der additiven Fertigung wird oft von "Anwendungsfindung" für die additive Fertigung gesprochen, wenn es darum geht, einen Nutzen für die additive Fertigung zu finden. Dieser Denkansatz hat aber zwei große Nachteile.

Die Begriffe Anwendungsfindung und Bauteilidentifikation zeugen von einem einseitigen Denkansatz. Einerseits wird dadurch der Lösungsraum schon von Beginn an eingeschränkt, indem versucht wird, Bauteile speziell nur für die additive Fertigung zu finden, wodurch die Gefahr besteht, dass andere Fertigungsverfahren, die eigentlich besser geeignet wären, nicht betrachtet werden. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn Anwendungen nur für ein bestimmtes additives Fertigungsverfahren oder sogar nur für eine bestimmte Maschine gesucht werden. Ein zweiter Nachteil bei der Anwendungsfindung ist, dass es zwar grundsätzlich gut ist, sich ganze Anwendungen anzuschauen, um möglichst viele Vorteile der additiven Fertigung zu nutzen, dabei aber am Ende wenig praktisch im Unternehmen umsetzbare Ideen auf der Bauteilebene entstehen. Gleichzeitig sollte zu einer möglichst erfolgreichen Nutzung der additiven Fertigung der Fokus auch nicht nur auf einem bestimmten Bauteil liegen. Wichtig ist, dass die additiven Fertigungsverfahren, genau wie alle anderen Verfahren auch nur Mittel oder Werkzeuge für die Erreichung wirtschaftlicher Ziele sind und nicht selbst das Ziel sein dürfen. Mit welcher Methode können Unternehmen dann einen erfolgreichen Nutzen für die additive Fertigung identifizieren und bewerten?



Vorgehensweise mit vereinfachtem "Double Diamond" (Designprozessmodell) [4] nach dem British Design Council

Die vorgestellte Vorgehensweise nutzt verschiedene anerkannte Methoden der Ideenfindung und Ingenieurwissenschaften, die an den Anwendungsfall angepasst wurden. Die Grundlage des Prozesses bildet ein Lösungsraum, der erst eine möglichst große Divergenz anstrebt. Konkret heißt das, dass ohne eine Bewertung möglichst frei eine Vielzahl an Ideen und Ansätzen generiert werden. Für ein effizientes zielgerichtetes Vorgehen ist es wichtig, in dem nächsten Schritt den Lösungsraum zu konvergieren. Dafür werden die Ideen nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien bewertet und entschieden, welche davon weiterentwickelt werden. Diese Vorgehensweise schafft ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Innovation und Praktikabilität.

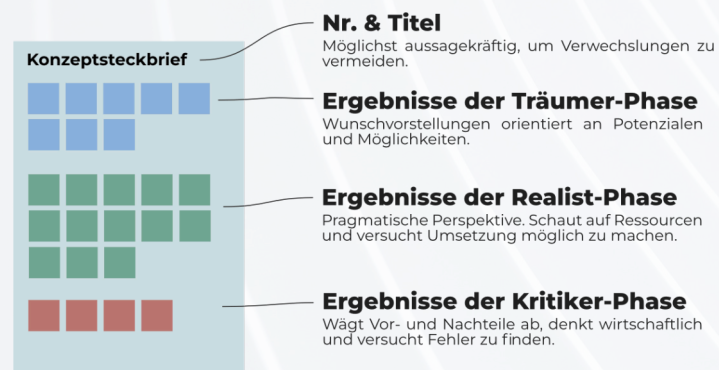


In-Out-frame zum Eingrenzen des Projekts

Bevor die ersten Ideen entwickelt werden, sollte ein grober Rahmen festgelegt werden, in welchen Bereichen nach Lösungen gesucht werden soll. So wird sichergestellt, dass die bei der Methode entstandenen Ergebnisse mit den Zielen des Unternehmens übereinstimmen. Weiterhin hilft es den Teilnehmenden, zu Beginn einen groben Rahmen und einen Startpunkt bei der Findung von Ideen zu haben. Eine schnelle und für alle Teilnehmenden schnell zu überblickende Möglichkeit der Darstellung ist der aus dem Projektmanagement bekannte In-Out-Frame [1]. Alles, was betrachtet werden soll, wird in die Mitte des Rahmens stichwortartig aufgenommen. Themen, die nicht betrachtet werden sollen, befinden sich außerhalb des Rahmens. In dem Bereich dazwischen lassen sich Themen sammeln, wo erst im Laufe des Projekts geklärt wird, ob diese von Bedeutung sind oder nicht. Um den Lösungsraum nicht zu sehr einzuschränken, sollte hier nur mit groben Stichwörtern gearbeitet werden.

Schritt 1: Kreative Phase der Ideenfindung

Nach dem Festlegen der zu betrachtenden Themenfelder im In-Out-frame wird mit dem Finden neuer Ideen im Team gestartet. Um in der ersten Phase ein freies und ungehindertes Denken zu fördern, wird die Walt Disney Methode [2] verwendet, bei der die Teilnehmenden nacheinander die drei Rollen Träumer, Realist und Kritiker einnehmen. Diese Rollen erfordern unterschiedliche Denkweisen und Perspektiven und ermöglichen so eine ganzheitliche Betrachtung. Die Ideen werden digital oder analog auf kleinen Zetteln in möglichst wenigen Worten gesammelt. Auch Skizzen oder ähnliches sind zur



Veranschaulichung möglich. Es hat sich bewährt, jeder Rolle eine feste Farbe zuzuordnen, um mehr Klarheit und Übersichtlichkeit zu schaffen. Beim Träumen sollen alle Ideen aufgeschrieben werden, ohne sich über Realitätsbeschränkungen oder die Machbarkeit Gedanken zu machen. Neben einer möglichst kreativen Ideenfindung hat das den Vorteil, dass auch Kompetenzträger aus Bereichen wie dem Vertrieb, Service oder Marketing ohne technischen

Hintergrund an der Ideenfindung teilhaben können. So kann "Betriebsblindheit" vorgebeugt werden und es wird die Diversität des Teams gesteigert, was die Qualität der Ergebnisse positiv beeinflusst. In der Träumer-Rolle entstanden in den von uns durchgeführten Workshops schnell über hundert Notizen, die dann zur besseren Einordnung und Bewertung zu verschiedenen Konzepten geordnet und zusammengeführt werden. Für das Zusammenführen der einzelnen Ideen hat sich das Anfertigen von Konzeptsteckbriefen als besonders geeignet erwiesen. Dazu werden die einzelnen Ideen zu Einzelkonzepten aggregiert und jeweils auf einem Blatt übersichtlich zusammengestellt. In der Realist-Phase werden die einzelnen Steckbriefe analysiert und Ansätze zur Umsetzung skizziert. Es geht also darum, wie die Träume in die Realität überführt werden könnten. Diese Lösungsansätze werden den jeweiligen Konzeptsteckbriefen hinzugefügt. In der letzten Phase werden die aufgeführten Konzepte und Ideen möglichst aus einer äußeren Perspektive kritisch betrachtet und alle Fragen und Bedenken aufgeführt und mögliche Risiken identifiziert. Auf den Steckbriefen können auch allgemeine Notizen und Anmerkungen, die nicht in einer der drei Rollen eingeordnet werden, aufgeführt werden. Das Ergebnis sind umfangreiche Konzeptsteckbriefe mit den notwendigen Informationen für die anschließende Bewertung und Priorisierung.

Schritt 2: Bewertung und Priorisierung der Konzepte

Im zweiten Schritt werden die auf den Steckbriefen gesammelten Ideen und Konzepte bewertet. Dies erfolgt durch eine Nutzwertanalyse [3]. Hier sollten die Kriterien anhand der Ziele des Unternehmens ausgewählt und gewichtet werden. Neben technischen und wirtschaftlichen Kriterien können hier auch Marketingaspekte und strategische Ziele mit einbezogen werden. An dieser Stelle sollte erstmals die Umsetzbarkeit mit additiven Fertigungsverfahren

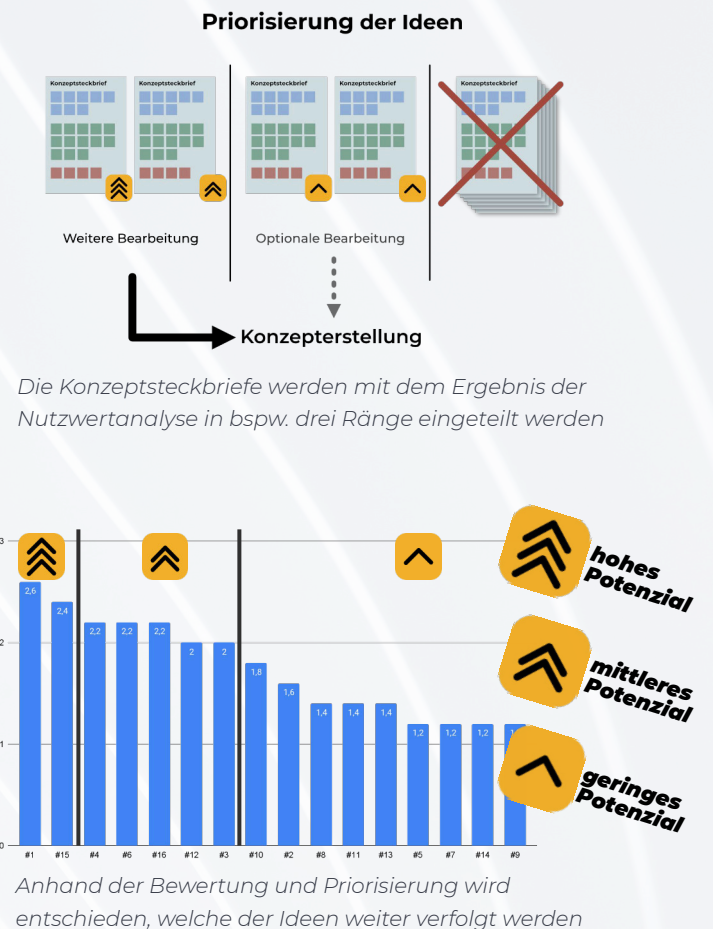
bewertet werden. Der Vorteil an dieser Stelle ist, dass auch gute Ideen, die aber nicht für den 3D-Druck geeignet sind, identifiziert und auf Wunsch des Unternehmens umgesetzt werden können. Sollte der Fokus allein auf der additiven Fertigung liegen, kann das bei der Priorisierung der Steckbriefe bedacht werden. Zur Bewertung der Machbarkeit sollten Experten aus dem eigenen Unternehmen oder extern hinzugezogen werden, die Risiken frühzeitig erkennen und bewerten können.

Schritt 3: Ableitung von Maßnahmen zur zielgerichteten Umsetzung

Nach der Priorisierung kann mit der Ausarbeitung des höchst bewerteten Konzeptes gestartet werden. Erst jetzt macht es Sinn, die dafür erforderlichen Maßnahmen einzuleiten. Also die Frage nach dem passenden additiven Fertigungsverfahren, dem richtigen Material, Eigen- oder Fremdfertigung und ob und worin Mitarbeitende weitergebildet werden müssen. Hier zeigt sich auch, ob bzw. welches Know-how aufgebaut und eingekauft werden sollte. Die erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung können so zielgerichtet ausgewählt werden. Gute Konzepte, die aber aufgrund ihrer niedrigeren Priorisierung vorerst nicht umgesetzt werden, sollten nicht vollständig verworfen werden. Aufgrund der rasanten Weiterentwicklung der additiven Fertigungsverfahren kann eine erneute Betrachtung in der Zukunft für das Unternehmen von Interesse sein. Um verlässliche Entscheidungsgrundlagen zu liefern, sollten die Steckbriefe der Konzepte mit der höchsten Bewertung noch mit verlässlichen Angaben zu direkten und indirekten Kosten sowie Risiken ergänzt werden. Sollte das Ergebnis sein, dass keines der Konzepte weiter verfolgt wird, sollten die Gründe dafür analysiert werden. Ein Ziel des hier vorgestellten Vorgehens ist auch die wertvolle Erkenntnis, dass die additiven Fertigungsverfahren für das eigene Unternehmen bzw. Abteilung keinen Nutzen bringen.

Die Top 3 Fehler bei der Einführung von 3D-Druck

- 1 Festlegen auf ein bestimmtes additives Fertigungsverfahren
- 2 Anschaffen von 3D-Druckern ohne konkreten fertig konstruierten Anwendungsfall
- 3 Die additive Fertigung als ein Ziel betrachten und nicht als eine Maßnahme, um ein Ziel zu erreichen



Beispielhafte Kategorien der Nutzwertanalyse

Wirtschaftlichkeit

Wie verhalten sich die Kosten im Vergleich zu anderen Fertigungsverfahren?

Experten Einschätzung

Gibt es nach der Erfahrung des Experten verborgene Risiken?

Umsetzbarkeit

Ist die Idee mit dem aktuellen Stand der Technik realisierbar?

Marketingwert

Wie gut lässt sich die Idee vermarkten?

Innovationsgrad

Wie hoch ist der Grad des Fortschritts (techn. oder wirtsch.) der Idee?

Nachhaltigkeit
Lieferbereitschaft
Prozessoptimierung
Mitarbeiterzufriedenheit
Logistik
Lieferkettenstabilität
Entwicklungszeit
...

Süß & friends Your Engineers for Additive Manufacturing



Wir sind eine leidenschaftliche Spezialistengruppe im Herzen des Ruhrgebiets. Unsere Mission ist es, produzierende Unternehmen dabei zu unterstützen, die Möglichkeiten der Additiven Fertigung voll auszuschöpfen und Einstiegshürden zu reduzieren. Dafür entwickeln wir industriereife Produkte und Bauteile.

Unabhängigkeit

Im alleinigen Kundeninteresse zu handeln erfordert, sich von externen Anreizen zu befreien. Wir verzichten auf den Verkauf von Maschinen, Material und Software.

Spezialisierung

Die Besten sein bedeutet Fokus und ständiger Wissensaufbau. Unsere Expertise ist die additive Fertigung. Wir lehnen nicht passende Aufträge ab.

Wertschöpfung

Erfolgreich ist, wer andere erfolgreich macht. Wir nutzen die additive Fertigung dann, wenn Sie tatsächlich zu neuer Wertschöpfung führt und sagen, wann sie keinen Sinn macht.



Diese und weitere Success Stories in unserem Blog



"Mit Süß & friends haben wir einen sehr kompetenten und professionellen Partner gefunden, der uns half schnell zum Ziel zu kommen."

Chris Hilbert
Geschäftsführer
Wakesys



"Durch die Unterstützung von Süß & friends haben wir einen erfolgreichen Einstieg den 3D-Druck erhalten. Die sehr praxisnahe Anleitung und das Eingehen auf fallspezifische Herausforderungen hat uns einen Mehrwert geliefert, von dem wir sehr profitieren werden."

Lorenz Adis
Communications
DHL Airways GmbH



"Die Zusammenarbeit mit Süß & friends ist extrem dynamisch und die bisherigen Ergebnisse haben unsere Erwartungen voll erfüllt. Die vorhandene Expertise ist genau diese, welche wir gesucht haben."

Robby Zitzmann
Principal Engineer
ABB AG



"Mit Süß & friends haben wir einen unersetzlichen Partner im Bereich Produktentwicklung gefunden. Prozessketten werden aufgrund hoher Kompetenzen und Fertigungsmöglichkeiten enorm verkürzt und damit der Prozess massiv beschleunigt."

Yannick Fiume
Geschäftsführer
Atelier Fiume GmbH



Bedienpult zur Maschinensteuerung. Entwickelt von Süß & friends. Quelle: Süß & friends

suess-friends.com



suß & friends Your Engineers for
Additive Manufacturing