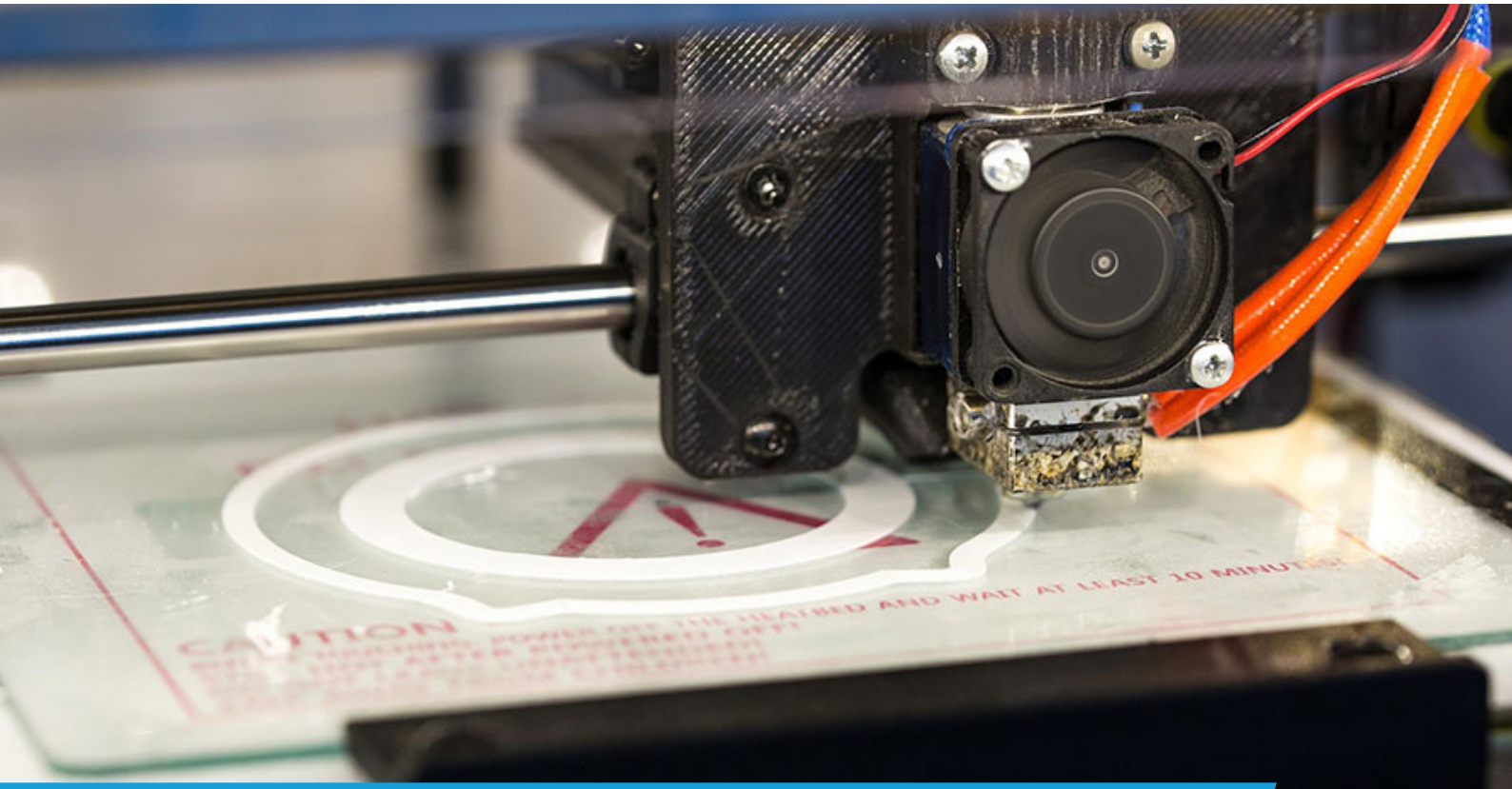
amixon
MIXING TECHNOLOGY



– amixon® whitepaper –

Pulvermetallurgie und die Wirtschaftlichkeit von additiver Fertigung

Für einen zukunftsfähigen 3D-Druck: Innovative Verarbeitungstechnologien für Metallpulver

EINFÜHRUNG

Auf dem Weg zum kostengünstigen 3D-Druck

Additive Fertigungsverfahren befinden sich an einem Wendepunkt. Die Technologie ist in aller Munde und sie funktioniert. Und dennoch: Der 3D-Druck wird von weiten Teilen der Industrie nach wie vor als eine Technologie der Zukunft betrachtet und nicht als ein bereits realistisches, profitables Produktionsmodell der Gegenwart.

Dabei sind die Vorteile des 3D-Drucks nicht von der Hand zu weisen: Mehr Designfreiheit, umfassende Möglichkeiten einer „On-Demand-Produktion“ und Prototyping, Massenanpassungen sowie weniger Materialverschwendung. Gute Voraussetzungen für einen volatilen Markt, dessen sind sich Unternehmen im Bereich der Produktion einig. Die 3D-Technologie hat das Potenzial, das Wesen der Fertigung von Grund auf zu verändern.

Doch trotz dieses Optimismus, einer relativ stetigen Zunahme der Akzeptanz sowie des kontinuierlichen technologischen Fortschritts hat der 3D-Druck noch nicht den ganz großen Durchbruch erzielt. Konventionelle Fertigungsverfahren, wie Spritzgießen und Zerspanungstechnik, dominieren die Produktion noch immer. Etwaige Anzeichen, dass der 3D-Druck deren Stellung ernsthaft herausfordert, bleiben aus.

Der Grund für die langsame Entwicklungskurve des 3D-Drucks ist schnell gefunden: Die Kosten der Fertigung sind zu hoch. Jahrzehntelange Forschung und Know-How haben Guss-, Form- und Zerspanungsprozesse diesbezüglich optimiert. Der additiven Fertigung hingegen fehlt es an Konzepten und Maßnahmen zur Kostenkontrolle.

Im weiteren Verlauf diskutiert dieses Whitepaper jene Hürden, die einem kosteneffizienten 3D-Druck im Wege stehen. Erst adäquate Antworten auf ebenjene Hindernisse legen letztlich den Grundstein für einen nachhaltigen Fortschritt des 3D-Drucks und letztlich dessen Erfolg in der Industrie der Zukunft.

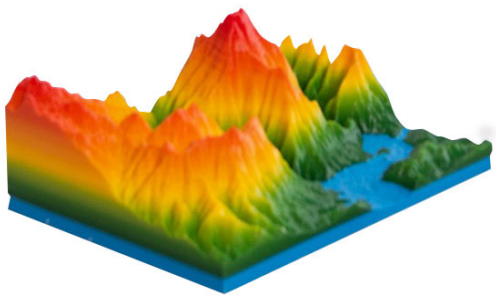
ÜBER AMIXON

Industrielle Mischtechnik made in Germany

Seit fast 40 Jahren ist amixon® marktführend in der Entwicklung und Fertigung hochpräziser Mischanlagen für die besonders hohen hygienischen Ansprüche der aufbereitenden Industrie. amixon® Industriemischer sind made in Germany, gefertigt aus Edelstahl, erfüllen höchste Hygienestandards und sind mit innovativer Mischtechnologie ausgestattet. Jeder Apparat ist eine maßgeschneiderte Lösung für Ihre individuellen Ansprüche in der Verarbeitung von Metall-, Keramik- und Polymerpulvern, die in der additiven Fertigung zum Einsatz kommen.

Inhalte

1. Kostentreiber in der additiven Fertigung 6
   - 1.1. Das Equipment 6
   - 1.2. Arbeitskraft 7
   - 1.3. Material 8
2. Herausforderung Kosteneffizienz bei der Pulverherstellung 9
   - 2.1. Anforderungen an Partikelgrößenverteilung und Morphologie 9
   - 2.2. Rheologische Eigenschaften 10
   - 2.3. Überschüssiges Metallpulver wiederverwenden 11
3. Die Bedeutung der Mischtechnik für eine rentable Pulverbettfusion 12
   - 3.1. Restlosentleerung reduziert Produktverlust und erhöht die Rückverfolgbarkeit des Mischguts 12
   - 3.2. Homogenität und Konditionierung 13
   - 3.3 Lösungen für die Wiederaufbereitung und erfolgreiche Wiederverwendung von Metallpulvern 15
4. Schlussfolgerung 16



amixon® Konus-Mischtrockner und Konusreaktor AMT

ZUSAMMENFASSUNG

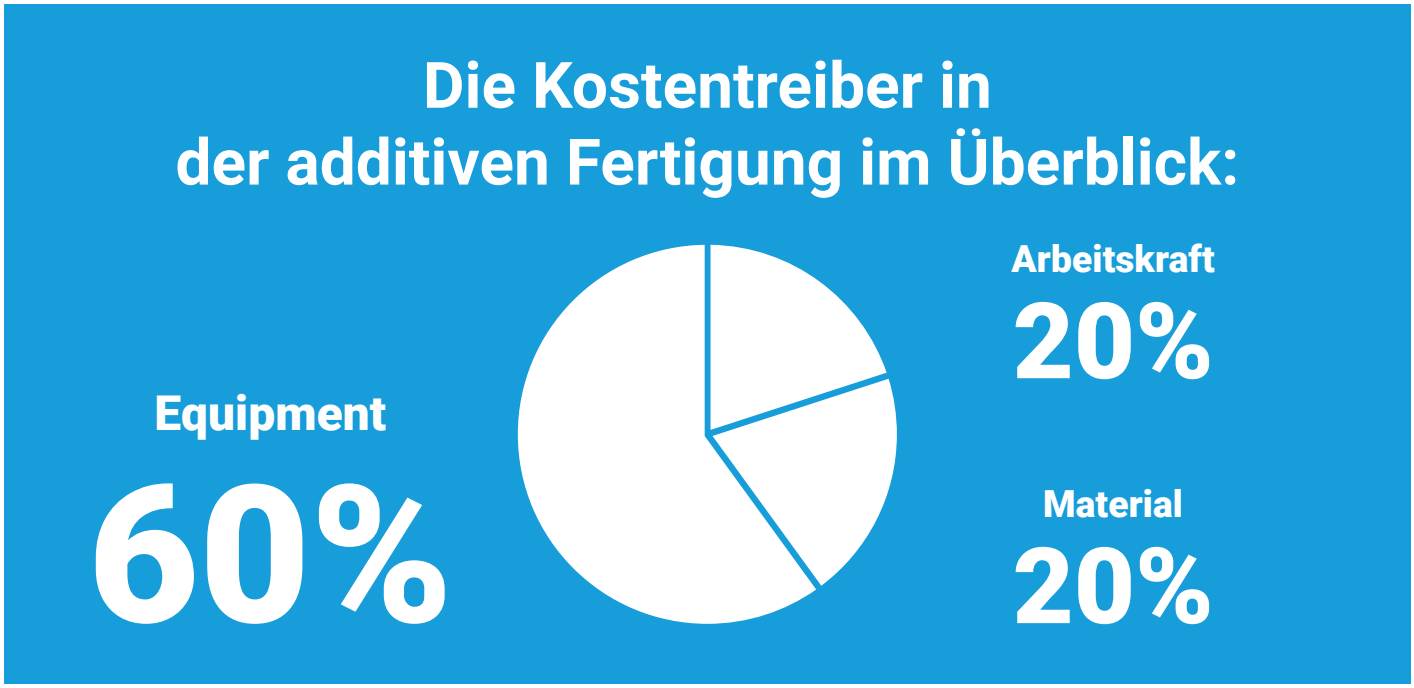
Metallpulver und die Wirtschaftlichkeit des 3D-Drucks

Die Laser-Pulverbettfusion (engl. Laser powder bed fusion oder L-PBF) ist ein additives Fertigungsverfahren, das zur Gruppe der Strahlschmelzverfahren gehört. Hierbei werden mehrere Schichten Metallpulver mittels selektivem Laserschmelzen verschmolzen, um eine exakte Nachbildung digitaler 3D-Modelle zu formen. Das Potenzial von L-PBF ist dabei unbestritten. Als „Industrie 4.0“ Technologie gilt dieses additive Fertigungsverfahren als zukunftsweisend, da es die bedarfsgerechte Produktion von Teilen und kundenspezifischen Massenprodukten ermöglicht. Doch trotz der vielen Vorteile und fast einem Jahrzehnt des Hype, bleibt der 3D-Druck eine Nischen-Technologie. Der Grund: Das Verfahren ist zu langsam und die Materialkosten sind zu hoch. Dies erschwert den Einsatz des 3D-Drucks in einem breiten industriellen Umfeld.

Diesen Hürden widmet sich das vorliegende Whitepaper von amixon®. Es erläutert Hintergründe und diskutiert Möglichkeiten für einen zukunftsfähigen, kostengünstigen 3D-Druck mittels Pulverbettfusion. Die größte Herausforderung? Sind sicherlich die hohen Investitionen für den 3D-Drucker selbst. Doch Materialkosten stehen ebenso im Fokus, um die Wirtschaftlichkeit des 3D-Druckverfahrens einer profunden Beurteilung unterziehen zu können. Materialkosten, die auch den Produzenten der für L-PBF notwendigen Metallpulver Kopfzerbrechen bereiten, denn Kosteneffizienz spielt schließlich auch für sie eine Rolle. Unterstützen kann hier innovative Mischtechnik von amixon®. Diese leistet ihren Beitrag zur Senkung der Materialkosten, damit dieses additive Fertigungsverfahren für ein breiteres Spektrum der Industrie wirtschaftlich rentabel wird.

1 Kostentreiber in der additiven Fertigung

Kostenintensiv sind die 3D-Drucker selbst, das hierfür geschulte Personal sowie das Material für einen reibungslosen Prozess.



Quelle: (Bono n.d.)

1.1 Das Equipment

Mit geschätzten 60% der Kosten stellt das Equipment den größten Kostenfaktor.[1] Der Kauf eines großen und zugleich präzisen 3D-Druckers kostet bereits knapp 1 Mio. Euro. Zusätzlich sollten 10 % des Kaufpreises für Wartungskosten und 12 % für Ersatzteile einkalkuliert werden.[2]

Darüber hinaus bedürfen groß angelegte 3D-Druckverfahren einer stabilen Infrastruktur für Materialtransport und Design. Auch kann es zu zusätzlichen Kosten für Kühlung, Behandlung und Endbearbeitung der gedruckten Komponenten kommen und der Betrieb eines 3D-Druckers verbraucht wesentlich mehr Energie als herkömmliche Fertigungsmethoden.[3]

Zwar sollten die Gesamtkosten mit einem stetigen Fortschritt der Technologie langfristig sinken. Doch insbesondere für kleinere Unternehmen bleiben die finanziellen Hürden hoch und der 3D-Druck eine Technologie, die wenig Rentabilität verspricht.

1.2 Arbeitskraft

Rund 20% der Kosten fließen in geschultes Personal.[4] Zwar sind diese Kosten jenen in traditionellen Herstellungsmethoden sehr ähnlich. Doch der 3D-Druck arbeitet vergleichsweise langsam und benötigt besonders geschultes Personal, um sehr gute Entwürfe, Ausführungen, Endbearbeitungen und zuverlässige Qualitätskontrollen von 3D-Komponenten zu garantieren.

So sind für ein effektives „Design for Additive Manufacturing“ (DAFM) 3D-CAD-Kenntnisse allein nicht ausreichend. DAFM bedarf speziellem Know-How, um zu verstehen, wie 3D-Druck-Strukturen sich selbst tragen können. In DAFM geschulte Mitarbeiter können letztlich 3D-Renderings erstellen, die selbsttragend sind. Der Druck von zusätzlichem, unterstützenden Material sowie die damit verbundenen zusätzlichen Zeit-, Bearbeitungs- und Materialkosten entfallen.

Da es sich beim 3D-Druck um einen automatisierten Prozess handelt, wird sich mit der Zeit eine Senkung der Arbeitskosten entwickeln. Denn in der gesamten Industrie werden immer mehr digitale und robotergestützte Technologien eingesetzt. Technologische Fortschritte beschleunigen den Prozess zusätzlich und das Personal wird notwendige Fähigkeiten erlernen, um den 3D-Druck arbeits- und kosteneffizient durchzuführen.

1.3 Material

Die Investitionen für Materialien belaufen sich zwar „nur“ auf geschätzte 20% der Gesamtkosten.[5] Doch die Kostenkontrolle und Prozessoptimierung verschreibt sich eher Einsparungen in diesem Segment und weniger beim Personal und Equipment. Der Grund: Materialkosten lassen sich vorab kalkulieren. Beispielsweise lässt sich das Mengenvolumen des benötigten Metallpulvers ganz einfach bestimmen.

Anfallende Investitionen für den Gerätebetrieb, Wartungskosten, Energieverbrauch und Qualitätssicherung hingegen lassen sich zunächst nicht präzise bemessen. Mehr noch: Im Falle wiederkehrender Zusammenarbeit zwischen Endkunde und Produzenten von Metallpulvern, können Letztere in Kostenverhandlungen unter Druck gesetzt werden. Eine Strategie, die bei der Kosten-Kalkulierung von Equipment und Arbeitskraft nicht so einfach umzusetzen ist.

Dieser Fokus auf Materialkosten versetzt Hersteller von Metallpulvern in eine schwierige Lage: Denn auch sie haben sich den Herausforderungen einer kosteneffizienten Produktion zu stellen. Keine guten Voraussetzungen also für einen sich selbst regelnden, auf Fortschritt bedachten Markt des 3D-Drucks. Jenen Herausforderungen, welche die Herstellung von Metallpulvern so kostenintensiv gestalten, widmet sich dieses Whitepaper in Kapitel 2.

Die Kostenkontrolle und Prozessoptimierung konzentriert sich stärker auf anfallende Materialkosten und weniger auf Einsparungen im Bereich Personal und Equipment. Denn Materialkosten lassen sich vorab vergleichsweise einfach kalkulieren.

2 Herausforderung Kosteneffizienz bei der Pulverherstellung

Von Keramiken bis hin zu Polymeren: Materialien, aus denen Metallpulver für Pulverbettfusionen hergestellt werden, gibt es viele. Auch existieren verschiedene Techniken zur Zerstäubung von Rohstoffen, um Metallpulver herzustellen. Wir konzentrieren uns auf Techniken, bei denen Gaszerstäubung genutzt wird. Eines der gängigsten Verfahren zur Herstellung von Metallpulver für die additive Fertigung.

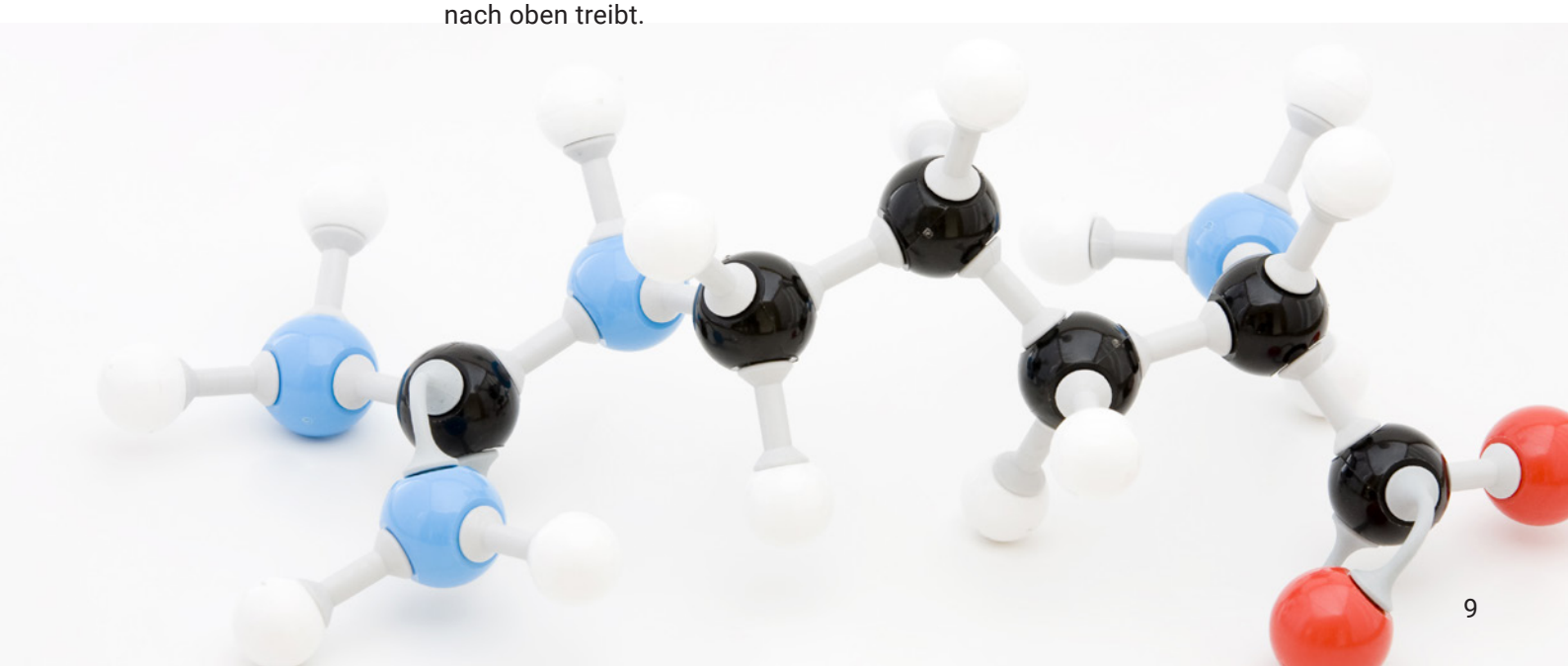
Anders als der 3D-Druck, fußt die Pulvermetallurgie auf vielen Jahrzenten Know-How und Prozessoptimierung. Doch mit dem wachsenden Interesse an den Vorzügen des 3D-Drucks, hat sich auch die Nachfrage nach hochwertigen Metallpulvern positiv entwickelt. Im Verlauf des letzten Jahrzehnts ist diese um satte 10-40% pro Jahr gestiegen.[6] Um diesen steigenden Bedarf decken zu können, sehen sich Pulvermetallurgen mit großen Herausforderungen beim kosteneffizienten Betrieb der Produktionsanlagen konfrontiert.

2.1 Anforderungen an Partikelgrößenverteilung und Morphologie

Der Prozess der Gaszerstäubung führt zu Partikeln mit unterschiedlichen Formen und Größen im Bereich von weniger als 1 µm bis zu 500 µm. Die Raten variieren je nach Hersteller, doch zumeist erzeugt die Gaszerstäubung mehr große und grobe Pulverpartikel und weniger feines Material. Metallpulver wird in Chargen ähnlicher Größe und Form gesiebt, bevor es aufbereitet und letztlich verpackt wird.

Um stabile Komponenten mit guten Trageigenschaften drucken zu können, benötigt die Pulverbettfusion Metallpulver, das möglichst kugelförmig ist und eine gleichmäßige Partikelgröße besitzt. Darüber hinaus erfordert die Mehrzahl der Pulverbettverfahren extrem feines Metallpulver, um effektiv drucken zu können. Partikel mit einer Größe von etwa 10 µm sind die bevorzugte Wahl. Größere Partikelgrößen sind für die Pulverbettfusion mehr oder weniger unbrauchbar und nur schwer wiederzuverwenden.

Was bleibt ist viel überschüssiges Material, das ungenutzt bleibt. Eine Problematik, die letztlich auch den Preis für das bevorzugte, aber seltenere feine Pulvermaterial nach oben treibt.



2.2 Rheologische Eigenschaften

In Pulverbettfusionen verwendetes Metallpulver ist für die Verarbeitungseffizienz und Qualität einer gedruckten 3D-Komponente von entscheidender Bedeutung. Für besonders wichtige Anwendungen müssen Metallpulver bestimmte Normen hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften erfüllen. Für Hersteller gilt es stets sicherzustellen, dass das Pulver folgende Anforderungen zuverlässig erfüllt:

Fließfähigkeit & Streichfähigkeit

Wurden die Konturen einer 3D-Komponente vollständig vom Laser verschmolzen, sinkt die Wanne ab und eine neue Pulverschicht wird dünn und gleichmäßig aufgetragen. Sehr gute Fließeigenschaften unterstützen bei der schnellen und präzisen Dosierung. Eine optimale Streufähigkeit stellt wiederum sicher, dass nur ein geringer Krafteintrag zur gleichmäßigen Verteilung des Metallpulvers von Nöten ist. Eine Beschädigung der zuvor bereits verschmolzenen Komponenten-Struktur wird somit verhindert.

Frei von Agglomeraten und Kohäsion

Ob während der Lagerung, beim Transport oder im Zuge von Mischprozessen: Feines Metallpulver unterliegt stets dem Risiko zu verklumpen. Um die Bildung solcher Agglomerate zu verhindern, bedarf es der fachgerechten Aufbereitung und Handhabe des Schüttguts. Qualitativen Mängeln der fertigen 3D-Komponente wird so vorgebeugt.

Chemisch stabil

Während der Pulverbettfusion wird Metallpulver unter Wärmeeintrag miteinander verschmolzen. Typischerweise werden hierfür Laser- oder Elektronenstrahlen genutzt. Vor der Verschmelzung sollte das Metallpulver allerdings chemisch inert sein. Feuchtigkeit, Oxidation sowie Wärme oder Reibung im Zuge eines Mischvorgangs führen potenziell zu einer Aufhebung dieses inerten Zustands. Eine Situation, die es mit innovativer Mischtechnik zu vermeiden gilt, um einer vorzeitigen oder unzureichenden Verschmelzung im 3D-Druckverfahren vorzubeugen.

Gleichmäßige Mischungen der Additive

Viele Metallpulver werden nach der Zerstäubung nochmals aufbereitet, um ihre rheologischen Eigenschaften zu verbessern. So zum Beispiel durch die Hinzugabe von Coatings oder Fließadditiven. Ideale homogene Mischgüten mit solch empfindlichen Inhaltsstoffen sind eine große Herausforderung im Mischprozess.

2.3 Überschüssiges Metallpulver wiederverwenden

Eine Win-Win-Situation für den Endkunden einerseits, der die Materialkosten gering halten möchte, und für Hersteller von Metallpulvern andererseits, die stets unter einem Mangel an Feinmaterial leiden: Die Wiederverwertung überschüssigen Metallpulvers birgt Vorteile für beide Seiten. Doch leider ist dieser Recyclingprozess nicht ganz so einfach. Denn wichtig ist eine andauernd hohe Qualität des Metallpulvers, um die hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von 3D-Bauteilen jederzeit erfüllen zu können.

Das Problem: Bei verschiedenen Metallpulvern konnten Anzeichen von Degradation festgestellt werden. Hochtemperatur-Pulverlegierungen, wie Iconel 718, können sich entsprechend ihrer Nähe zur Laserschmelze verformen. Ein Teil des Metallpulvers ist für eine Wiederverwendung daher unbrauchbar, da zu große oder zu grobe Morphologien vorliegen.[7] Andere Materialien, wie beispielsweise Titanpulver, sind anfällig für die Aufnahme von Sauerstoff und können daher nur wenige Male wiederverwendet werden.[8]

Bisher existieren noch keine qualifizierten Methoden zur Materialanalyse und Wiederaufbereitung von solchen Reststoffen für den Einsatz in der Pulverbettfusion. Die Entwicklung solcher Verfahren wäre sowohl für Pulverhersteller als auch für Endverbraucher ein Segen. Auch innovative Ansätze, die eine chemische Grundlage für die hohe Wiederverwendbarkeit von neuem Metallpulver bieten, haben noch Luft nach oben. Mit weiterer Forschung und Entwicklung in diesem Bereich, könnten Pulverhersteller einen großen Beitrag zur Kosteneffizienz des 3D-Drucks leisten.

Kommen wir nun zu der Frage, wie innovative Mischanlagen von amixon® bei einigen der oben beschriebenen Herausforderungen unterstützt. Im Fokus stehen die Themen Partikelgrößenverteilung, Rheologie und die Wiederverwendung von Metallpulver.

Es fehlt an innovativen Ansätzen, die eine chemische Grundlage für die hohe Wiederverwendbarkeit von neuem Metallpulver bieten. Mit weiterer Forschung und Entwicklung in diesem Bereich, könnten Pulverhersteller einen großen Beitrag zur Kosteneffizienz des 3D-Drucks leisten.

3 Die Bedeutung der Mischtechnik für eine rentable Pulverbettfusion

Misch-, Vakuumtrocknungs- und Reaktoranlagen kommen bei der Herstellung und beim Recycling von Metallpulvern eine entscheidende Bedeutung zu. Denn nachdem das Metallpulver zerstäubt und gesiebt wurde, werden Chargen von Partikeln ähnlicher Größe in Mischanlagen aufbereitet. Dort erhalten sie jene homogenen Eigenschaften, chemischen Zusammensetzungen und Fließeigenschaften, die für haltbare und leistungsstarke 3D-Komponenten erforderlich sind.

Um die Verarbeitungszeit zu verkürzen und die Degradation des Metallpulvers zu verhindern, muss die Mischtechnik Homogenisierungs-, Konditionierungs-, Trocknungs- und Kühlungsprozesse in einer einzigen Maschine ermöglichen. Hierfür hat amixon® 3-in-1-Mischer, -Reaktoren und -Vakuumtrockner entwickelt, die beispiellose Leistung und Langlebigkeit des Mischguts garantieren.

Folgende Merkmale der amixon® Mischtechnik helfen Herstellern von Metallpulver dabei, die Prozesseffizienz und Produktausbeute zu steigern sowie überschüssiges Material jederzeit wiederverwenden zu können:

3.1 Restlosentleerung reduziert Produktverlust und erhöht die Rückverfolgbarkeit des Mischguts

Ideale Chargenabgrenzung ohne Quervermischung ist im Sinne einer genauen Chargenverfolgung und Qualitätssicherung von großer Bedeutung. Kreuzkontaminationen zwischen einzelnen Chargen wirken sich negativ auf die Partikelgrößenverteilung aus. Dies wiederum führt zu ernstzunehmenden Qualitätsproblemen bei der 3D-Druck-Komponente.

Die ideale Lösung für diese Herausforderung: Der amixon® AMT, ein konischer 3-in-1-Mischer, -Trockner und -Reaktor. Der konisch gefertigte Mischraum und die konvex gefertigten Wendel lassen das Metallpulver entmischungsfrei und restlos ausfließen. Die Mischwelle ist nur von oben gelagert und kommt mit dem Produkt nicht in Berührung. Ablagerungen von Materialrückständen werden so verhindert.

amixon® entwickelt Mischanlagen mit flachem Boden, die eine Restlosentleerung von bis zu 99,997% garantieren. Der amixon® VMT ist eine 3-in-1-Misch-, Trockner- und Reaktoranlage und verfügt über einen zylindrischen Mischbehälter, der mit der innovativen ComDisc®-Technologie ausgestattet ist. Dieser flexible Mechanismus ist unterhalb der Mischwelle installiert und senkt sich beim Entleeren Richtung Behälterboden. Dort gleitet er radial über den Boden der Mischanlage und leitet das Mischgut in Richtung des Auslasses.

Einen Industriemischer vollständig zu entleeren, ist nicht nur zur Vermeidung von Kreuzkontaminationen und Problemen bei der Chargenrückverfolgung unerlässlich. Denn gleichzeitig wird die Chargenausbeute erhöht, da keine wertvollen Feinstoffe in der Mischanlage zurückbleiben.

amixon® Vakuum-Mischtrockner und Vakuumreaktor VMT

3.2 Homogenität und Konditionierung

Für eine effektive Pulverbettfusion ist die perfekte Rheologie des Metallpulvers von entscheidender Bedeutung. Bei der Herstellung eines Produkts, das solch hohen Anforderungen entspricht, bedarf es durchdachter Mischtechnik.

Die folgenden Merkmale der AMT- und VMT-Mischer, -Trockner und -Reaktoren erleichtern die kosteneffiziente Herstellung von hochwertigen Metallpulvern für die additive Fertigung:

Sanfte und doch gründliche Homogenisierung

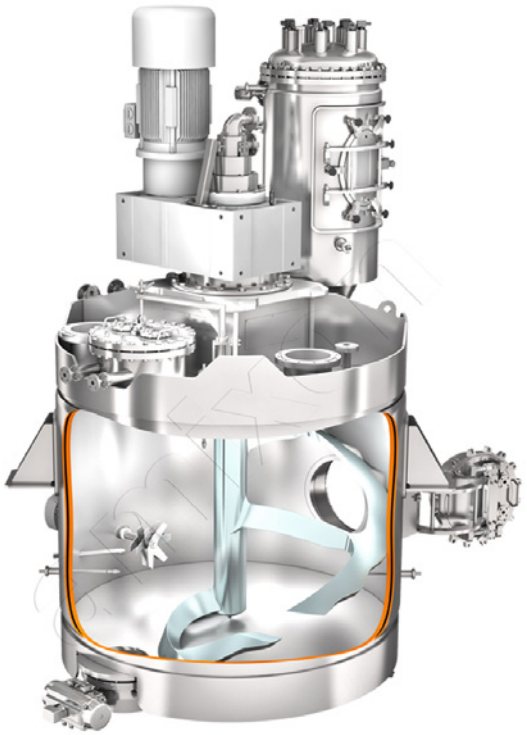
amixon® Pulvermischer sind mit einem vertikalen Schraubenband-Mischwerkzeug in der Mitte der Kammer ausgestattet. Bei der Rotation wird eine dreidimensionale Strömung erzeugt. Dabei werden die Metallpulver in der Peripherie des Mischraumes aufwärts geschraubt. Oben angelangt, fließen sie, der Schwerkraft entsprechend, im Zentrum des Mischraumes abwärts. Diese Strömung erfolgt in der gesamten Mischkammer und gewährleistet einen totraumfreien Betrieb. Unter diesen Bedingungen ist nur eine niedrige Rotationsfrequenz erforderlich, um Agglomerate zu vermeiden sowie ideale homogene Mischgüten mit ausgezeichneten Fließeigenschaften zu erzeugen. Die Partikel des Metallpulvers werden somit nur geringen Scherkräften ausgesetzt und zuverlässig geschont. Aufgrund des vakuum- und druckdichten Betriebs wird zugleich der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt im Mischgut deutlich reduziert.

Gleichmäßige Integration von Fließadditiven

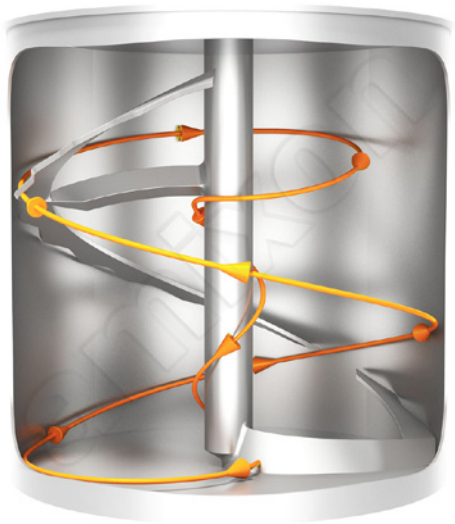
Der schonende und dennoch gründliche Prozess der Homogenisierung eignet sich ideal für anspruchsvolle Mischaufträge. Dazu zählt beispielsweise die gleichmäßige Integration von extrem leichten Fließadditiven, wie pyrogenes Siliziumdioxid. Trotz der großen Scherempfindlichkeit dieser Additive sowie deren Neigung zum Aufschwimmen an der Oberseite der Mischung, werden sie effektiv in den Mischstrom und homogen in das Schüttgut integriert. Innovative Mechanismen zur Entleerung stellen darüber hinaus sicher, dass sich die Additive nach dem Mischen nicht vom Schüttgut trennen.

Mehrstufige Verarbeitung zur Partikelbeschichtung

Eine gängige Technik zur Aufbereitung hygroskopischer Metallpulver ist die Beschichtung der Partikel mit nanofeinen Additiven, um die Bildung von Agglomeraten zu verhindern. Ausgestattet mit einer Vielzahl von Verarbeitungsfunktionen sind amixon® Misch-, Trockner- und Reaktoranlagen für solch präzise, mehrstufigen Prozesse bestens gerüstet. Bei der gleichmäßigen Verteilung von Beschichtungsmitteln in das Schüttgut wird zunächst ein einheitliches Feuchtigkeitsniveau innerhalb des Pulvers kreiert. Hierfür wird jedes einzelne Partikel mit dem Additiv benetzt und schließlich im Vakuum getrocknet. Dies garantiert eine gleichmäßige Beschichtung der Oberfläche jedes Partikels. Gleichzeitig reduziert sich sowohl die Verarbeitungszeit als auch der notwendige Wärmeeintrag, der zur Erzielung des gewünschten Ergebnisses erforderlich ist.



Prinzipbild VMT



Strömungsverlauf VMT

3.3 Lösungen für die Wiederaufbereitung und erfolgreiche Wiederverwendung von Metallpulvern

Das Mischen von Neuware mit überschüssigem Restmaterial ist eine der am weitesten verbreiteten Techniken zur Wiederaufbereitung von Metallpulvern. Wenngleich dieses Verfahren den Sauerstoffgehalt in den meisten Metall-Legierungen nachhaltig reduziert, ist es dennoch nicht für jede Anwendung geeignet. Insbesondere für Anwendungen im Bereich der Medizin oder der Luft- und Raumfahrt gelten besondere Qualitätstandards, die recycelte Metallpulver möglicherweise nicht stemmen können.[9] Denn wenngleich der gesamte Sauerstoffgehalt in einer Mischung aus Neuware und wiedervendbarem Metallpulver den Spezifikationen zu entsprechen scheint, können einzelne Partikel weiterhin einen zu hohen Sauerstoffgehalt besitzen. Die Folge sind negative Auswirkungen auf die Qualität des Endprodukts.

Trotz dieser Einschränkungen haben sich gasdichte Mischanlagen von amixon® als wirksam erwiesen, um solche Verunreinigungen in recyceltem Metallpulver zu reduzieren.[10] Möglich ist dies, da die Kammer des Mischers während des Mischvorgangs mit Argon geflutet wird. Die Partikel des Metallpulvers werden so zuverlässig vor Verunreinigungen durch Sauerstoff oder Stickstoff geschützt und die Qualität des Metallpulvers verbessert sich.

amixon Mischanlagen, Trockner und Reaktoren unterstützen bei der Erforschung und Entwicklung solcher kosten- und ressourcenschonender Verfahren. Darüber hinaus unterstützen Mischanlagen auch jene innovativen Forschungsarbeiten, die sich der chemischen Grundlage für eine bessere Wiederverwertung von Neuware widmen. Möglich ist dies dank eines breiten Spektrums an präzise einstellbaren Verarbeitungsfunktionen. Innovationen in diesem Bereich könnten die Kosteneffizienz der additiven Fertigung sowohl für Pulverhersteller als auch für Endanwender steigern und dem 3D-Druck so zu einer stärkeren Berücksichtigung im industriellen Umfeld verhelfen.

Das Fluten der Mischkammer mit Argon schützt die Partikel des Metallpulvers zuverlässig vor Verunreinigungen durch Sauerstoff und Stickstoff. Die Qualität des Metallpulvers verbessert sich.

4 Schlussfolgerung

Für eine kosteneffiziente Pulverbettfusion bedarf es innovativer Mischtechnik

Seien es die schnelle Herstellung von Prototypen, eine „On-Demand-Produktion“ oder doch Massenanpassungen hochkomplexer Komponenten: Additive Fertigungsverfahren gelten als die Zukunft der industriellen Wirtschaft. Doch der 3D-Druck ist noch nicht in der Position, traditionelle Fertigungsmethoden vollständig abzulösen. Vielmehr müssen auch weiterhin innovative Ideen zur Optimierung verschiedener Systemkomponenten entlang der Produktionslinie entwickelt werden.

Es bedarf kontinuierlicher Forschung, Zusammenarbeit und Prozessinnovation und die noch junge Technologie der additiven Fertigung wird mit der Zeit in der gesamten Industrie neue Maßstäbe setzen. Mischanlagen von amixon® leisten ihren Beitrag: Mit durchdachten Lösungen erzeugen sie höchste Mischgüten und verbessern so die Qualität und Rentabilität des Metallpulvers für die Pulverbettfusion.

QUELLENANGABE

[1] Bono n.d.

[2] Thomas and Gilbert 2014

[3] Nyameke, et al. 2017

[4] Bono n.d.

[5] ebd.

[6] Dunkley 2019

[7] Samant and Lewis 2017

[8] ebd.

[9] Samant and Lewis 2017

[10] Cordova, Campos and Tinga 2019

ZITIERTE WERKE

Bono, Eric. n.d. “Controlling Metal Powder Costs in Additive Manufacturing.” Carpenter Technology. https://www.carpentertechnology.com/en/alloy-techzone/technical-information/technical-articles/controlling-metal-powder-costs/.

Cordova, Laura, Monica Campos, and Tiedo Tinga. 2019. “Revealing the Effects of Powder Reuse for Selective Laser Melting by Powder Characterization.” JOM 1062-1072.

Dunkley, J. John. 2019. “Metal Powder Atomisation Methods for Modern Manufacturing: Advantages, limitations and new applications for high value powder manufacturing techniques.” Johnson Matthey Technol. Rev., 226-232.

Nyameke, Patricia, Heidi Piili, Maija Leino, and Antti Salminen. 2017. “Preliminary Investigation on Life Cycle Inventory of Powder Bed Fusion of Stainless Steel.” Nordic Laser Materials Processing Conference. Aalborg: Physics Procedia. 108-121.

Samant, Rutuja, and Brendan Lewis. 2017. “Metal Powder Recycling and Reconditioning in Additive Manufacturing.” EWI. https://ewi.org/metal-powder-recycling-and-reconditioning-in-additive-manufacturing/.

Thomas, Douglas S., and Stanley W. Gilbert. 2014. “NIST Special Publication 1176.” December. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/specialpublications/nist.sp.1176.pdf.

amixon GmbH

Halberstaedter Strasse 55

33106 Paderborn

Deutschland

Telefon: +49-5251-688888-0

Telefax: +49-5251-688888-999

www.amixon.com