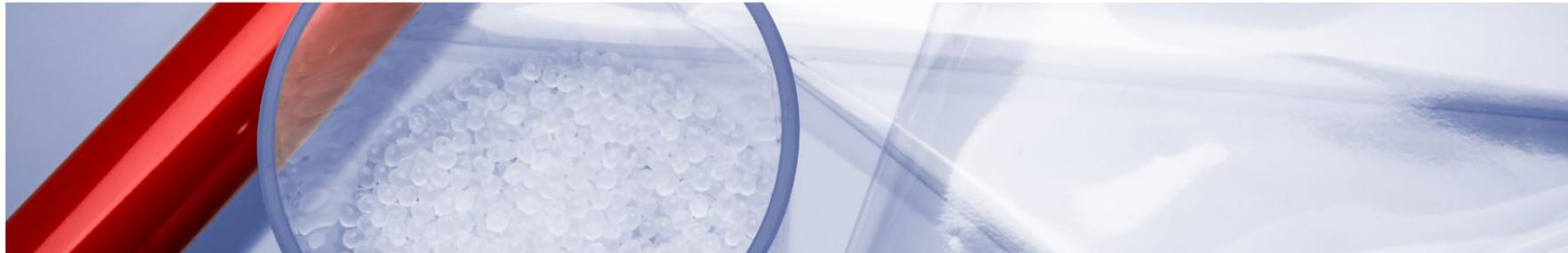


Lösungen für additive  
Fertigungsverfahren

# Analytische Methoden für die **additive Fertigung**

## THERMOPLASTISCHES POLYMERGRANULAT FÜR DEN 3D-DRUCK



### HERAUSFORDERUNG

Das Granulat agglomeriert und blockiert die Zufuhrleitung des Druckers.

Das Granulat weist von Charge zu Charge verschiedene Schmelzeigenschaften auf.

Das geschmolzene Polymer ist zu viskos oder zu flüssig und hat daher einen negativen Einfluss auf die finale Komponente – die Oberfläche ist uneben.

Nicht optimale Materialeigenschaften können das Flüssig- und Festkörperverhalten sowie die thermischen Eigenschaften von Polymeren beeinflussen und zu instabilen oder verformten Produkten führen.



### LÖSUNG

Messen Sie die Oberflächenladung Ihres Granulats mit einem SurPASS 3 Zetapotenzial-Analysegerät, um den Inline-Durchfluss zu optimieren.

Etablieren Sie eine Qualitätskontrolle für eingehende Rohstoffe: messen Sie mit der UltraPyc-Serie die Skelettdichte mittels Gaspyknometer und bestimmen Sie die Porosität mit Geräten der Nova-Serie, Quadrasorb, der Autosorb iQ-Serie und PoreMaster.

Ermitteln Sie mithilfe eines MCR Evolution-Rheometers die Viskositäts- und Elastikeigenschaften Ihres thermoplastischen Polymers in Abhängigkeit von Temperatur und Verarbeitungsbedingungen.

Optimieren Sie das Polymermaterial auf atomarer Ebene, indem Sie die Polymerstruktur und den Kristallinitätsgrad mittels Röntgendiffraktion mit dem XRDynamic 500 bestimmen.



### IHRE VORTEILE

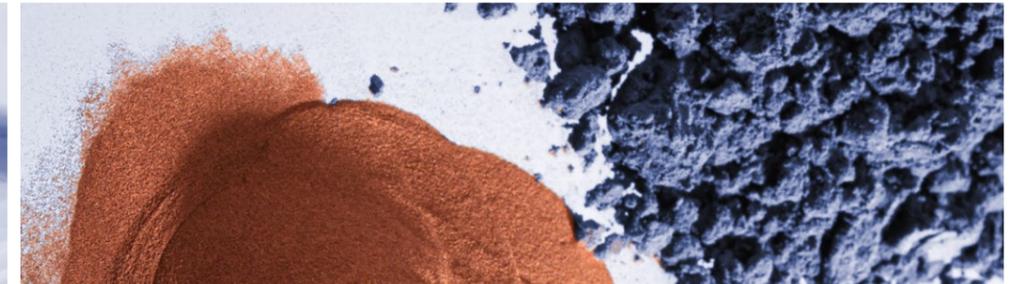
Untersuchen Sie Ihre Probe mit nur einem Knopfdruck – zerstörungsfrei und für eine Vielzahl an Probengeometrien geeignet. Basierend auf den Ergebnissen können Sie Maßnahmen ergreifen, um Materialeigenschaften zu verbessern und ein Verstopfen der Leitungen zukünftig zu vermeiden.

Die einfache und schnelle Analyse von Dichte und Porosität liefert ideale Parameter für die Qualitätskontrolle und Optimierung von Materialien, auch hinsichtlich ihrer Prozessparameter.

Mit den Ergebnissen können Sie das rheologische Verhalten des Polymers während der Verarbeitung genau vorhersagen und Prozessparameter und Materialauswahl für die additive Fertigung optimieren.

Schnelle, automatisierte XRD-Messungen von Polymermaterialien ermöglichen eine Feinabstimmung der Materialeigenschaften, um die Qualität Ihrer Druckprodukte sicherzustellen.

## METALLPULVER ZUM SINTERN



### HERAUSFORDERUNG

Das Endprodukt ist zu spröde und zerfällt sehr schnell, wenn es während der Lagerung und Verwendung bei Temperaturen unter einem bestimmten Wert belastet wird.

Das Fließverhalten des Pulvers ist nicht optimal und das Produkt ist inhomogen.

Das gesinterte Produkt ist zu zerbrechlich und porös.

Das Metallpulver fließt sehr inkonsistent durch die Sinterdüse.



### LÖSUNG

Bestimmen Sie mit einem MCR 702e MultiDrive die dynamisch-mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit von Temperatur und Übergangstemperaturen, beeinflusst durch die Zusammensetzung des Polymers.

Verwenden Sie ein PSA-Partikelgrößenanalysegerät, um die Verteilung und durchschnittliche Partikelgröße zu definieren. Die Größenverteilung ist ein wichtiger Parameter, der die Verarbeitung des Rohmaterials und somit auch die Qualität des Endprodukts beeinflusst.

Verwenden Sie ein PSA-Partikelgrößenanalysegerät, um die Verteilung der Partikelgrößen zu messen und dadurch auch die mögliche Packungsdichte Ihres rohen Pulvers oder Ihrer Suspension zu ermitteln.

Bestimmen Sie rheologische Eigenschaften wie den Pulverfluss mit einem MCR-Pulverrheometer.



### IHRE VORTEILE

Optimieren Sie die Materialzusammensetzung, um die geeigneten Materialeigenschaften an den Temperaturbereich während der Lagerung und Verwendung anzupassen.

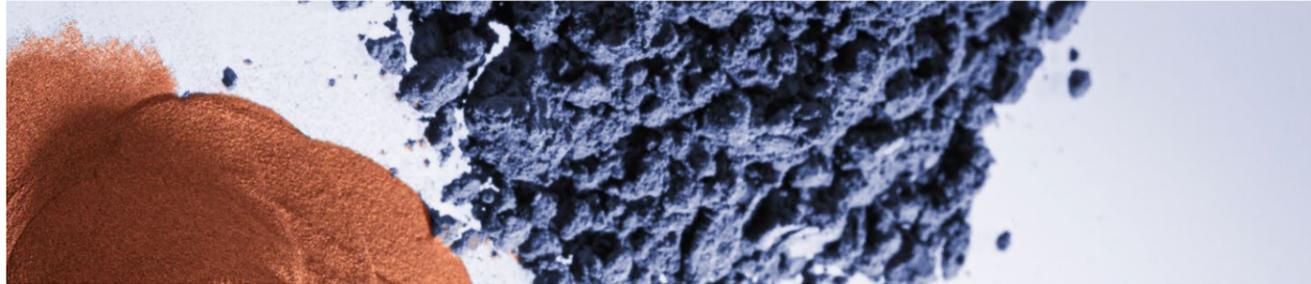
Die Größenverteilung (fein, grob, breit, schmal) gibt Aufschluss über die Homogenität des Rohmaterials und ist vom Endprodukt abhängig. Mit dem PSA können Sie sichergehen, dass Ihr Pulver die ideale Korngröße aufweist.

Leistungsfähigkeit und Homogenität eines Produkts sind abhängig von der Packungsdichte der Partikel: Je breiter die Größenverteilung, desto besser erfolgt die Packung der Partikel und desto stabiler ist das gesinterte Produkt.

Die Kenntnis über die rheologischen Eigenschaften eines Pulvers ermöglicht es Ihnen, die optimale Durchflussgeschwindigkeit und somit das ideale Düsendesign zu wählen. Dies hat einen positiven Einfluss auf die finale Komponentenqualität.

# Analytische Methoden für die **additive Fertigung**

## METALLPULVER ZUM SINTERN



### HERAUSFORDERUNG

Sie wollen überschüssiges Metallpulver von früheren Produktionen wiederverwenden und herausfinden, ob dieses noch verwendbar ist.

Eine niedrige Qualität des Metallpulvers kann zu Problemen beim Sintern oder zu zerbrechlichen Endprodukten führen.

Die Pulverbettdichte ist zu variabel.

### LÖSUNG

Messen Sie die Kohäsionsstärke mit einem MCR-Pulverrheometer, um die Fließfähigkeit des wiederverwendeten Pulvers zu ermitteln. Zusätzlich können Sie das rheologische Verhalten der Metalllegierungsschmelze des Pulvers mit einem Hochtemperaturviskosimeter und Rheometer charakterisieren.

Optimieren Sie die Rohstoffe während ihrer Entwicklung und führen Sie strikte Qualitätskontrollen durch. Das XRDynamic 500 kann zur Bestimmung der Phasenreinheit von Metallpulvern verwendet werden, um bereits geringe Verunreinigungen nachzuweisen. Die Partikel-/Kristallitgröße kann ebenfalls charakterisiert werden, um optimale Pulvereigenschaften zu gewährleisten.

Verwenden Sie ein Autotap-Dichteanalysegerät, um die tatsächliche Dichte des unkomprimierten Pulvers zu bestimmen.

### IHRE VORTEILE

Mit Hilfe des Fließverhaltens können Sie berechnen, wie viel neues Pulver Sie dem recycelten Pulver hinzufügen müssen, um qualitativ hochwertige Endprodukte zu erhalten. Und durch die Messung der Viskosität kann auf ein verändertes Schmelzverhalten und eine veränderte Viskosität durch Oxidation oder Verunreinigungen im recycelten Pulver reagiert werden.

In einer schnellen XRD-Messung können Sie die Phasenreinheit und Kristallitgröße von Metallpulvern analysieren, die im Sinterprozess verwendet werden.

Überprüfen Sie sowohl frische Rohware als auch recyceltes Pulver, um Probleme frühzeitig zu erkennen und bei Bedarf Prozessanpassungen vorzunehmen zu können.

## FERTIG GEDRUCKTE KOMPONENTEN



### HERAUSFORDERUNG

Sie wollen herausfinden, wie resistent die fertig gedruckte Komponente ist.

Sie möchten wissen, wie die Komponente bei Kontakt mit anderen Oberflächen reagiert, ohne umfassende Untersuchungen durchzuführen zu müssen.

Einige Druckverfahren verwenden schnelle Aufheiz- und Abkühlzyklen, die zu Eigenspannungen in den gedruckten Materialien führen können. Diese Eigenspannungen beeinträchtigen die mechanischen Eigenschaften und können zu Ermüdung führen.

Bestimmen Sie, ob eine vollständige Verdichtung stattgefunden hat oder ob die gewünschte Porosität den Konstruktionsparametern entspricht.

### LÖSUNG

Messen Sie die kritische Beladung, Haftfestigkeit, Kratzbeständigkeit, Rauheit und das viskoelastische Verhalten mit einem NST<sup>3</sup> Nano-Ritztester oder einem NHT<sup>3</sup> Nanoindenter.

Ermitteln Sie die Reibung und den Verschleiß Ihrer Komponente mit dem TRB<sup>3</sup> Stift-Scheibe-Tribometer.

Bestimmen Sie die in gedruckten Komponenten vorhandenen Eigenspannungen über XRD-Messungen mit dem XRDynamic 500.

Messen Sie die Skelettdichte mit einem Ultrapyc-Gaspyknometer und die Porengrößenverteilung mit einem PoreMaster-Quecksilberporosimeter.

### IHRE VORTEILE

Die Konformität mit ISO 20502 und ASTM C 1624 garantiert, dass Ihrer Kundinnen und Kunden mit dem Produkt zufrieden sind.

Die Stift-Scheibe-Methode ist schnell und genau und liefert Ergebnisse in sehr kurzer Zeit – ideal für die effiziente Qualitätskontrolle Ihrer Endprodukte.

Die Eigenspannungsanalyse gedruckter Bauteile mittels XRD ermöglicht die Optimierung des gesamten additiven Fertigungsprozesses – vom Rohstoff bis zum Endprodukt.

Verfolgen Sie den Einfluss von Rohmaterialqualität und Prozessvariationen, um das zu optimieren, was die geschlossene Porosität minimiert oder eliminiert.

# Anton Paar hat das **Know-how** für

## Rheologie ●●

Mit den MCR Evolution-Rheometern kann das gesamte Spektrum der Scherrheologie, Pulver-Rheologie und DMA bei Polymeren und Metallen verwendet werden, um Materialien und Prozesse zu charakterisieren, die für die additive Fertigung erforderlich sind. Das vielseitige und leistungsfähige MCR-Rheometer bietet eine hohe Reproduzierbarkeit, vollautomatische Messmodi sowie mehrere Modi für die Qualitätskontrolle und wissenschaftliche Messungen.

### PARAMETER:

Pulverfluss | Kohäsionsstärke | Fließfähigkeit | Kompressibilität | Pulverdichte | Permeabilität | Entlüftungszeit | Druckabfall | Wandreibungswinkel | Speicher-, Verlust- und komplexes Modul | Glasübergangs- und Schmelztemperatur | Viskosität



## Analyse von Oberflächen und Porengrößen ●

Physisorptions- und Quecksilberintrusionsmessungen liefern quantitative Informationen über die äußere und innere Morphologie von Pulvern und porösen Materialien. Daten aus der Nova-Serie, der Autosorb iQ-Serie, dem QuadraSorb und dem PoreMaster ermöglichen eine Optimierung des Prozessdesigns und der Prozesssteuerung.

### PARAMETER:

Oberfläche | Porengröße | Porenvolumen



## Analyse von Feststoffdichte ●●●

Der einfache und präzise Betrieb des Ultrapyc liefert schnell Materialeigenschaftswerte, welche die Legierungszusammensetzung, Mischungszusammensetzung und Kristallinität widerspiegeln. Autotap liefert grundlegende Pulverpackungseigenschaften für Volumenfüllberechnungen.

### PARAMETER:

Parameter: wahre Dichte | Skelettdichte | Porosität | Stampfdichte | Carrs Index | Hausner-Verhältnis



## Oberflächencharakterisierung ●●

Anton Paar bietet Messlösungen für die instrumentierte Eindringprüfung, Ritzprüfungen, tribologische Untersuchungen und Analysen der Oberflächenladung. Diese Vielfalt ermöglicht die Untersuchung eines weiten Eigenschaftsspektrums. Alle Geräte liefern hochgenaue Ergebnisse und unterstützen das Bedienpersonal durch spezielle Funktionen und Software-Features.

### PARAMETER:

Härte | Elastizitätsmodul | Verformung | Adhäsion | Kratzbeständigkeit | Reibung | Verschleiß | Oberflächenladung



“  
Wir sind von der hohen Qualität unserer Messgeräte überzeugt. Daher umfasst unser Qualitätsversprechen **volle drei Jahre Garantie**.  
”

Für alle Neugeräte\* sind Reparaturen für drei Jahre enthalten. Es entstehen Ihnen keine unvorhersehbaren Kosten und Sie können sich immer auf Ihr Messgerät verlassen. Ergänzend zur Garantie bieten wir Ihnen ein breites Portfolio an Zusatzservices und Wartungsoptionen.

\*Technologiebedingt ist die Wartung gemäß Wartungsplan für manche unserer Produkte erforderlich. Die Einhaltung des Wartungsplans ist Voraussetzung für die drei Jahre Garantie.

## Partikelcharakterisierung ●

Je besser Sie über Ihre Partikel Bescheid wissen, desto besser können Sie das Verhalten Ihres Materials während der Verarbeitung vorhersagen. Die Partikelgrößen-Analysegeräte der Serien Litesizer und PSA ermöglichen Ihnen den Zugriff auf eine Vielzahl von Ergebnissen. Anton Paar bietet Ihnen das weltweit umfassendste Portfolio für Partikelcharakterisierung aus einer Hand.

### PARAMETER:

Partikelgrößenverteilung (trocken oder nass gemessen) | Porengröße | Porenverteilung | Zetapotenzial | Molekularmasse | und mehr



## Röntgendiffraktion (XRD) ●●●

XRD ist eine leistungsstarke Technik, die während der Entwicklung oder Qualitätskontrolle der in der additiven Fertigung verwendeten Polymere oder Metallpulver eingesetzt werden kann. Sie kann auch verwendet werden, um die Qualität der fertigen Druckerzeugnisse zu testen. Mit dem XRDynamic 500 bietet Anton Paar ein automatisiertes Mehrzweck-Pulver-Röntgendiffraktometer, das eine hervorragende Datenqualität und maximale Messeffizienz bietet. Zusätzlich deckt es alle XRD-Messanforderungen im Zusammenhang mit der additiven Fertigung ab.

### PARAMETER:

Phasenzusammensetzung (qualitativ und quantitativ) | Kristallstruktur | Partikel-/Kristallitgröße | Textur (Kristallitorientierung) | Eigenspannung/-deformation



