Mit Potenzial

Einsatzmöglichkeiten und Produktion von Titanbauteilen

Seit mehr als 60 Jahren werden Titanlegierungen als Konstruktionswerkstoff verwendet, und trotzdem konnten diese sich nur als Nischenprodukt durchsetzen. Mit neuen low-cost-Prozessen könnte sich das aber ändern. Der Umfang neuer Einsatzmöglichkeiten ist noch nicht abzusehen, da sich prinzipiell die Mehrzahl der Stahlbauteile durch Titan substituieren lassen. Deshalb ist Titan zum Beispiel im Automobilbau für eine Reihe von Anwendungen im Motor und Chassis von großem Interesse.

Titan als vierthäufigstes Metall in der Erdkruste besitzt in etwa die Hälfte der Dichte von Stahl bei gleicher hoher Festigkeit, exzellenter Hochtemperatureigenschaften und einer ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit Tabelle 1. Trotz dieser Eigenschaften wird es bisher nur in Bereichen eingesetzt, die außergewöhnliche Anforderungen stellen. Der einzig limitierende Faktor für eine breite Anwendung sind die Kosten. Der aufwendige Herstellungsprozess ist zeit- und energieintensiv, die Prozessdurchlaufzeit beträgt bis zu einer Woche. Dadurch ist der Preis circa zehnfach höher als bei vergleichbaren Stahllegierungen.

Aus diesem Grund wird Titan wie im Flugzeugbau vorwiegend in Bereichen eingesetzt, wo Gewichtsreduktion auch bei hohen Kosten ein entscheidendes Konstruktionsmerkmal ist. Die Verwendung von Titan hat im Flugzeugbau in den letzten Jahren stetig zugenommen. Durch die exzellente chemische Verträglichkeit mit kohlefaserverstärkten Kunststoffen und deren ständig breitere Anwendung wird der Bedarf an Titan erheblich ansteigen – mit ein Grund, warum Titan gerade bei Flugzeugtypen mit einem hohen Anteil an Faserverbundwerkstoffen in deutlich größerem Umfang als bisher zum Einsatz kommt Bild 1.

»Eine weite Verbreitung von Titan im Automobilbau wird nur mit speziell auf den Anwendungszweck zugeschnittenen Legierungen sowie einer deutlichen Kostenreduktion möglich sein.«

Denis Bergoint ist Senior Project Manager bei der AMT Advanced Materials Technology GmbH in Bickenbach.

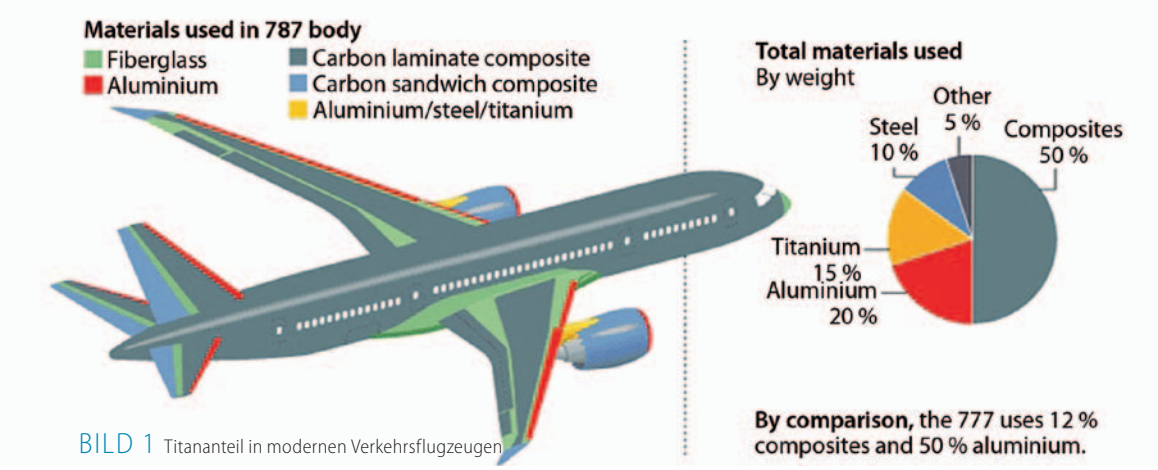

BILD 1 Titananteil in modernen Verkehrsflugzeugen

Im Automobilbau wird Titan bisher nur für wenige Bauteile eingesetzt, obwohl es ein äußerst attraktiver Werkstoff zur Gewichtsreduktion ist. Neue Herstellungsprozesse reduzieren die Kosten der Titanherstellung jedoch dramatisch und erweitern die Möglichkeit der Legierungsherstellung deutlich.

TITAN-ANWENDUNGEN IM FLUGZEUGBAU

Im Flugzeugbau wird traditionell immer so viel Titan eingesetzt wie es die Kosten zulassen. Militärflugzeuge bestehen deshalb häufig zu einem größeren Anteil aus Titanwerkstoffen als Zivilflugzeuge. Typische Bauteile der Flugzeugzelle sind, Triebwerksaufhängungen, Fahrwerkskomponenten sowie Aufhängungsteile der Flügel. Im Bereich der Triebwerke werden Titanwerkstoffe für ein Großteil der Triebwerksschaufeln bis zu 600 °C eingesetzt. In wenigen Jahren werden für den Bereich bis zu 800 °C sogenannte intermetallische Titanlegierungen eingesetzt. Diese zeichnen sich durch nochmals niedrigere Dichte, höhere Steifigkeit und deutlich verbesserte Hochtemperatureigenschaften wie Oxidationsbeständigkeit und Dauerfestigkeit aus.

Für die meisten Komponenten wird die Standardlegierung Ti-6Al-4V (Grade-5) verwendet. Diese wurde Anfang der 50er Jahre entwickelt und besitzt ein gutes Eigenschaftsprofil mit einer Festigkeit von circa 1000 MPa bei einer Dichte von 4,42 g/cm³. Da die Anforderungen von neuen Flugzeugmustern immer weiter steigen, werden neue Titanlegierungen mit höher Festigkeit und Bruchzähigkeit wie beispielsweise Ti-5-5-5-3 entwickelt. Obwohl aktuell 600 °C die maximale Einsatztemperatur von Titanlegierungen im Triebwerksbereich sind, wird aus Gründen der Oxidationsbeständigkeit auch hier die Legierungsentwicklung mit Legierungen wie Ti-60 weiterbetrieben.

TITAN-ANWENDUNGEN IM AUTOMOBILSEKTOR

Die hohen Kosten aktueller Titan-Herstellungsprozesse verhindern eine breite Anwendung im Automobilsektor. Bei fast allen Projek-

TABELLE 1 Vergleich metallischer Konstruktionswerkstoffe

Werkstoff	Typ (-)	Dichte (g/cm³)	Zugfestigkeit (MPa)	Spezifische Zugfestigkeit (Mpa/g/cm³)	E-Modul (GPa)	Spezifischer E-Modul (Gpa/g/cm³)
Aluminium						
Al-A5083	Mittelfest	2,68	260	97	71	26
Al-2024	Hochfest	2,84	440	155	74	26
Al-7068	Ultra-Hochfest	2,88	712	247	76	26
Stahl						
St-37	Standard	7,85	400	51	206	26
42CrMo4	Hochfest	7,81	1.150	148	208	26
54SiCr6	Ultra-Hochfest	7,8	2.150	275	206	26
Titan						
Ti-Grade2	Standard	4,51	500	111	115	26
Ti-6Al-4V	Hochfest	4,42	1.050	260	115	26
Ti-6554	Ultra-Hochfest	4,65	1.700	366	109	23
Ti-HM160	Hohe Steifigkeit	4,56	1.260	276	160	35
TiAl	Hochtemperatur	3,74	700	187	190	51

BILD 2 Titanventil aus einer intermetallischen γ-TiA- Legierung

ten in den letzten Jahrzehnten wurde versucht, Stahlbauteile mit der Standardtitanlegierung Ti-6Al-4V zu ersetzen. Obwohl die meisten Anwendungen erfolgreich umgesetzt wurden, war das Fazit oftmals zu teuer und mit einigen Nachteilen verbunden. Eine weite Verbreitung von Titan im Automobilbau wird nur mit speziell auf den Anwendungszweck zugeschnittenen Legierungen sowie einer deutlichen Kostenreduktion möglich sein. Dann können Stahl- und auch Aluminiumkomponenten in großem Umfang mit erheblichen Gewichtsreduktionen ersetzt werden.

Im Prinzip können bis zu 90 % der Stahlkomponenten eines Automobils durch Titanwerkstoffe ersetzt werden. Deshalb ist Titan für eine Reihe von Anwendungen im Motor und Chassis von großem Interesse.

MOTOR-KOMPONENTEN

Im Motor sind vor allem Pleuelstangen und Ventile zu nennen. Der E-Modul, also das Maß für die Steifigkeit, ist mit circa 115 GPa in etwa gleichem Verhältnis (circa 44 %) niedriger als Dichte und E-Modul von Stahl. Für Bauteile wie Pleuelstangen, deren Anforderungsprofil Festigkeit und Steifigkeit benötigt, kann der Dichtevorteil daher nicht voll ausgenutzt werden. Viele ausgeführte Titan-Pleuelstangen sind trotz einer mit Stahl vergleichbaren Festigkeit nur rund 28 bis 34 % leichter. Pleuelstangen, die mit herkömmlichen Titanlegierungen hergestellt werden, lassen sich zudem nur schlecht in aktuelle Bearbeitungsprozesse wie Bruchtrennen integrieren.

Beim Bruchtrennverfahren wird eine Kerbe mit Hilfe eine Lasers erzeugt und anschließend das Große Pleuelauge getrennt. Dies spart Bearbeitungskosten und stellt eine sichere Zentrierung der beiden Pleuelhälften dar. Standard-Titanlegierungen haben hier eine zu große Dehnung, um eine klar definierte Bruchfläche zu erzeugen. Da die tribologischen Eigenschaften, also die Laufeigenschaften gegen andere Flächen, wie den stählernen Kurbelwellen Anlaufflächen, extrem schlecht sind, benötigen Titanpleuel eine Beschichtung. Diese ist zwar mit heutigen Beschichtungstechniken betriebssicher darzustellen, erhöht jedoch die Kosten. Das ober kleine Pleuelauge benötigt im Gegensatz zu neueren Stahlpleuel, die ohne Buchse ausgeführt werden, zudem immer eine Bronzebuchse. Prinzipiell lassen sich insbesondere bei einem Verzicht auf die Ausgleichswelle durch die stark verringerte Pleuelmasse erhebliche Gewichtsreduktionen bei Otto- und vor allem Dieselmotoren realisieren.

Ventile sind im Motor das zweite wichtige Bauteil von Interesse. Die ersten Titanventile wurden in den sechziger Jahren verwendet. Im Prinzip werden die gleichen Legierungen, hier Ti-6-2-4-2-Si, verwendet wie damals. Titanventile machen Sinn für hochdrehende Motoren, bei denen die bewegten Massen klein sein müssen. Die Verwendung von sogenannten Rollenkipp- und Schlepphebeln zur Ventilbetätigung hat die Reibleistung so stark reduziert, dass bei Großserienmotoren, die mit niedriger bis mittlerer Drehzahl betrieben werden, die weitere Massereduktion durch Titanventile kaum ins Gewicht fällt.

Besonders wärmebelastete Auslassventile sollen durch intermetallische Legierungen an Betriebssicherheit gewinnen. Diese intermetallischen Titanlegierungen, sogenanntes γ-TiAl, besitzt eine nochmals um circa 12 % niedrigere Dichte, bis zu 50 % höhere Steifigkeit, eine wesentlich bessere Oxidationsbeständigkeit und außergewöhnlich hohe Dauerfestigkeit. γ-TiAl ist von großem Interesse für Ventile und Turbolader Bild 2. γ-TiAl ist über 50 % leichter als traditionelle Nickelbasislegierungen, die sonst für Verdichterräder für Turbolader eingesetzt werden. Dadurch wird das sogenannte Turboloch stark reduziert. Es wurden erheblich Anstrengungen unternommen, um Serienlösungen wie Großserientaugliche Feingussverfahren zu realisieren. Das Gießen von γ-TiAl ist jedoch schwierig. Die spanende Bearbeitung ist ebenfalls eine Herausforderung. Realisierte Ventile sind aber bis zu 55 % leichter als Stahlventile und somit eine sehr attraktive Alternative.

CHASSIS-KOMPONENTEN

Im Chassis-Bereich gibt es eine Reihe bereits realisierter Anwendungen von Titan. Federn, hergestellt aus Titan, sind circa 40-55 % leichter als solche aus Stahl und zudem kürzer Bild 3. Titanfedern benötigen zudem keine Beschichtung gegen Korrosion. Kostenintensive Rückrufaktionen von Fahrzeugen, wie bei korrodierenden Stahlfedern schon vorgekommen, sind hier ausgeschlossen. Der kleinere Bauraum ist von großem Interesse, insbesondere bei integrierten Elektroantrieben und auch für den Chassis-Designer. Durch das geringere Gewicht reduziert sich die ungefederte Masse, was den Fahrkomfort erhöht. Der sehr einfache Herstellungsprozess und die Wärmebehandlung erhöhen die Attraktivität weiter.

Titanfedern werden kalt gewickelt und erfahren dann eine einfache Wärmebehandlung bei 500 bis 560 °C im Ofen. Auch hier sind die hohen Kosten das größte Hindernis für die weite Verbreitung von Titanfedern. Hochfeste Titanlegierungen für Federn mit bis zu 1700 MPa Festigkeit enthalten zudem teure Legierungselemente wie Molybdän. Es wurden seit Mitte der neunziger Jahre Versuche unternommen, deut-

BILD 3 Titanfeder mit 47% Gewichtsreduktion im Vergleich zu Stahl

lich günstigere Titan-Federlegierungen zu entwickeln, jedoch limitieren herkömmliche Produktionsprozesse die möglichen Legierungszusammensetzungen. Neue Produktionsprozesse und Legierungen lassen jedoch den Preis zukünftiger Titanfedern erheblich sinken.

Große Gewichtsreduktionen lassen sich mit Titan auch für Abgasanlagen realisieren. Für diese werden zum Beispiel mit Timetal-XT oder Ti-EX2 Titanlegierungen verwendet, die eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit besitzen. Durch die beim Walzen und Biegen benötigte relativ hohe Duktilität bei der Herstellung von Abgasanlagen kann jedoch in den meisten Fällen kein hochlegiertes Titan verwendet werden. Je nach Auslegung der Abgasanlage können aber mit Hochtemperaturlegierungen auch bisher nicht zu realisierende Anlagen umgesetzt werden. Da bei der Verwendung von konventionellen Prozessen viele Umformschritte nötig sind, ist das Titanblech vergleichsweise teuer. Mit Verbesserungen herkömmlicher Produktionsprozesse lassen sich Preise von 19 bis 25 Euro/Kg realisieren. Neue Prozesse, die in der Entwicklung sind, bieten das Potenzial, den Preis auf bis zu zehn Euro/Kg zu senken. Dichtebereinigt liegt man damit im Bereich von Edelstahl.

Im Prinzip können alle Komponenten, die im Bereich der Radaufhängung bisher aus Stahl gefertigt werden (insbesondere Radnaben, Schwenklage, Stabilisatoren und andere), relativ problemlos aus Titan realisiert werden. Die hierfür verwendeten Stähle weisen in den meisten Fällen eine geringere Festigkeit als die Titanlegierungen auf. Viele Bauteile lassen sich mit Gewichtsreduktionen von 50 % umsetzen.

Die außergewöhnlich gute chemische Verträglichkeit von Titan und Kohlefaser-Verbundwerkstoffen (CFK) bieten ein enormes zukünftiges Potential für den Einsatz von Titan. Alle Verbindungselemente von CFK zu Aufhängungen und Befestigungen lassen sich mit Titan wesentlich besser umsetzen als mit Stahl oder Aluminium. Es besteht keine Gefahr der chemischen Kontakt-Korrosion und Delamination von Aufhängungen.

HERSTELLUNGSPROZESSE DES TITAN-GRUNDWERKSTOFFS

Bisherige Herstellungsprozesse wie den Kroll-Prozess oder modifizierte Varianten haben einen hohen Energieverbrauch, lange Durchlaufzeiten und damit hohe Kosten. Weithin wird deshalb angenommen, dass Titan ein seltenes Element ist. Es ist jedoch das vierthäufigste Metall in der Erdkruste mit nahezu unbegrenzten Ressourcen. Der Schlüssel liegt daher in der Entwicklung neuer Prozesse zur Reduktion von Titanmineralien. Seit Anfang der neunziger Jahre wurden erhebliche Anstrengungen zur Entwicklung dieser Prozesse unternommen. Da Titan auch für viele Rüstungskomponenten interessant ist, haben hier vor allem die USA umfangreiche Investitionen in die Prozessentwicklung getätigt.

Es haben sich mehrere Prozesse herauskristallisiert, bei denen vor allem Pulver oder Titanstücke herauskommen. Diese werden dann entweder eingeschmolzen oder können im Falle von Pulver durch Sintern oder Schweißen weiterverarbeitet werden. Die Entwicklung dieser low-cost-Prozesse ist weitgehend abgeschlossen. Hochreine Titanpulver lassen sich mit diesen Prozessen zu Preisen von etwa 2,50 bis 3,50 Euro/Kg herstellen. Die Industrialisierung wird momentan vollzogen oder ist bereits geschehen.

BILD 4 Laserbasierter ALM-Prozess (Fa. Optomec)

Insbesondere mit Titanpulver bieten sich umfangreiche Möglichkeiten, die auch bei der Herstellung von Stahl-Sinterbauteilen verwendet werden. Titanpulver ist jedoch aufgrund der niedrigen Oxidationsbeständigkeit bei erhöhten Temperaturen nicht so leicht mittels einer Sinterroute zu verarbeiten wie Stahl. Low-Cost-Titanpulver sind von sehr großem Interesse für eine Vielzahl von Prozessen wie MIM (Metal-Injection-Moulding) oder ALM-Verfahren (Additive-Layer-Manufacturing). Diese Prozesse eignen sich für die Endkonturnahe Herstellung von Bauteilen. Durch die hohen Kosten herkömmlicher Titanpulver von 50 bis 200 Euro/Kg lassen sich jedoch nur vergleichsweise wenige Bauteile realisieren.

KOMPAKTIERUNG DES TITANPULVERS ZUR BAUTEILHERSTELLUNG

Titanpulver lassen sich mit herkömmliche Prozessen wie Sintern jedoch unter hohen Aufwand kompaktieren. Herkömmliche Pulverouten starten mit kalt-isostatischem Pressen, gefolgt von Sintern und heiss-isostatischen Pressen. Trotz Endkonturnaher und damit Materialsparender Bauteilherstellung sind die Kosten vergleichsweise hoch. Es sind jedoch erfolgreiche Versuche unternommen worden, Titanbleche aus Pulver direkt zu fertigen. Für kleine aber komplexe Bauteile eignet sich der MIM Prozess. Insbesondere bei großen Stückzahlen können damit Endkonturnahe Bauteile hoher Qualität hergestellt werden.

Sogenannte ALM-Prozesse bei denen Pulver oder Draht zur Herstellung Endkonturnaher Bauteile verwendet wird, werden in Kürze eine wesentlich größere Verbreitung finden. Hier wird Lage für Lage des Bauteils auf-

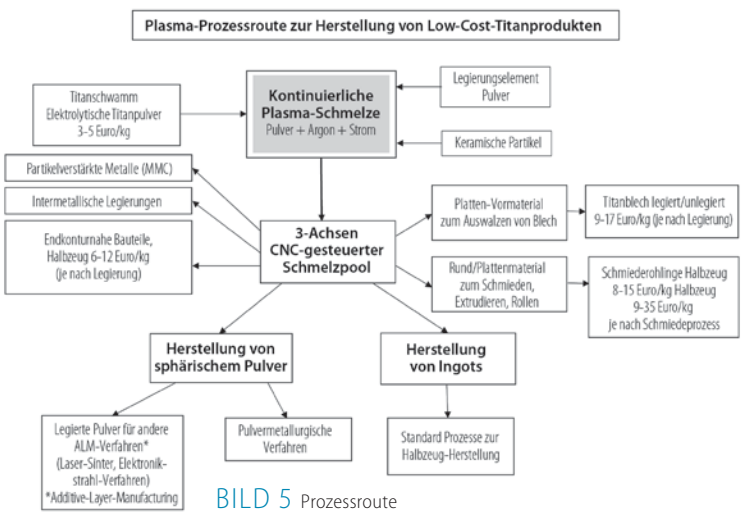

BILD 5 Prozessroute

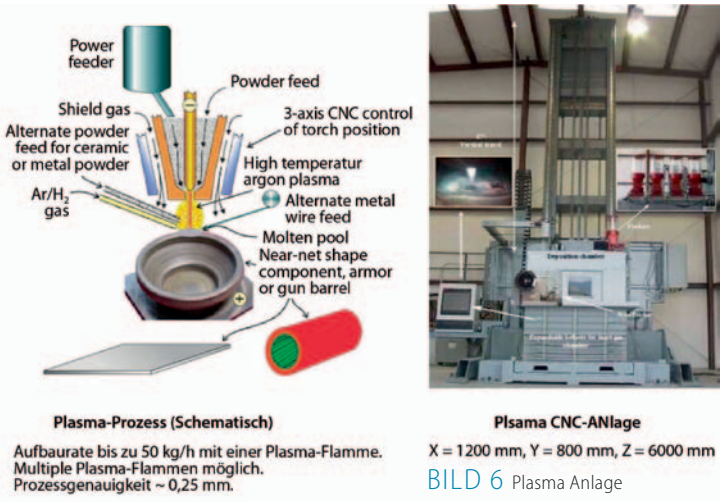

BILD 6 Plasma Anlage

geschmolzen. Da insbesondere bei Flugzeugkomponenten bis zu 95 % des Endgültigen Bauteils zerspant werden, sind diese Prozesse von sehr großem Interesse. Bei einer Boeing 787 beispielsweise werden aus 100 t Titan-Rohmaterial nur 20 t fertige Bauteile.

Für das Erschmelzen von Pulver oder Draht werden Laser, Elektronenstrahlen oder Plasmaflammen verwendet. Mit allen ALM-Prozessen lassen sich eine Vielzahl verschiedener Titan-Werkstoffe inklusive intermetallischer und partikelverstärkter Titan-Verbundwerkstoffe herstellen. Dies ist mittels konventioneller Schmelzmetallurgischer Prozesse nicht möglich.

LASERBASIERTE PROZESSE

Prozesse, die mit Lasern arbeiten, weisen eine sehr gute Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit von bis zu 0.1 mm auf. Viele Bauteile müssen nur an Passungen oder anderen Funktionsflächen bearbeitet werden. Der große Nachteil ist jedoch die geringe Ausbringungsrate von lediglich 1 Kg/h. Dadurch eignen sich Laserbasierte Prozesse nicht für große Serien oder große Bauteile Bild 4.

ELEKTRONENSTRAHLBASIERTE PROZESSE

ALM-Maschinen, die Elektronenstrahlen verwenden, haben eine deutlich höhere Ausbringungsrate von einigen Kg/h die zudem auf die örtlichen Gegebenheiten am Bauteil eingestellt werden kann. Nachteilig ist jedoch, dass der Prozess ein Vakuum benötigt. Dadurch können EBM (Elektron-Beam)-Prozesse nur für eine begrenzte Bauteilgröße verwendet werden.

PLASMA-SCHWEISS-PROZESS

Der Plasma-Schweiss-Prozess (PSP) bieten die umfangreichsten Möglichkeiten zur Herstellung von Bauteilen, Halbzeug mittels Pulver oder Draht Bild 5. Der Prozess findet unter Schutzgas statt, benötigt aber kein Vakuum. Es handelt sich hier prinzipiell um einen Pulver-Schweißprozess. Die Ausbringungsrate ist nicht limitiert. Es können im Prinzip beliebig viele Plasmaelektroden angebracht werden. Bisherige Maschinen verwenden Plasmaelektroden von 2 bis 100 KW. Damit können bis zu 200 Kg/h Endkonturnahe Bauteile oder Halbzeuge hergestellt werden. Prinzipiell gilt für alle ALM-Prozesse: je höher die Ausbringungsrate desto gröber die Toleranz.

- Mit dem PSP, Bild 6, lassen sich Halbzeuge herstellen wie Stangen, Platten aber auch Vormaterial zur Blechherstellung.
- Für den PSP wurde ein low-cost-Pulver entwickelt mit dem sich, die entsprechenden Produktionsmengen vorausgesetzt, die Preise dramatisch reduzieren lassen. Die Werkstoffkosten können bis zu 80 % niedriger liegen.
- Speziell für Bleche ergeben sich neue Möglichkeiten, da die Vormaterial Herstellung (Platten) deutlich näher an dem Endprodukt Blech liegt als dies bei konventionellen Prozessen möglich ist.
- Der PSP biete den Vorteil einer nahezu beliebigen Freiheit bei der Auswahl der Legierungselemente. Auf konventionellem Weg schwierig oder unmöglich herzustellende Titanlegierungen wie partikelverstärkte Titan-MMC's (Metal-Matrix-Composites) sowie intermetallische Legierungen lassen sich wesentlich einfacher prozessieren.
- Es lassen sich Endkonturnahe Bauteile herstellen. Die Dauerfestigkeit liegt hier dann über der von Titan-Gusswerkstoffen, jedoch unter der von Titan-Schmiedebauteilen. Falls Titan-Schmiedeteile eingesetzt werden, kann auf mit dem PSP hergestelltes Halbzeug zurückgegriffen werden.
- Es können Titanlegierungen mit höherem E-Modul bis zu 200 GPa hergestellt werden. Legierungssysteme vom Typ Ti-Fe-Cr-Mn-B können spezifisch auf einen höheren E-Modul ausgelegt werden. Diese Legierungen besitzen zusätzlich sehr gute Festigkeiten bei hohen Temperaturen.

MIT NEUEN TITAN-PROZESSEN REALISIERTE KOMPONENTEN

Der PSP wird wie andere ALM-Prozesse auf die Eignung für Flugzeugkomponenten untersucht. Die Flugzeugindustrie sieht in ALM-Prozessen eine große Möglichkeit zur dramatischen Kostenreduktion von Titanwerkstoffen. Es konnten einige mittels ALM-Prozessen hergestellte Komponenten für den Einsatz in Flugzeugen spezifiziert werden. Weitere werden folgen.

PLEUELSTANGEN

Im Automobilbau sind vor allem Titanlegierungen mit hohem E-Modul und der Fähigkeit, bei gleichzeitig deutlich reduzierten Kosten den Laser-Crackprozess zu nutzen, der Schlüssen zur Umsetzung Bild78. Es wurden hier bereits mehrere Projekte umgesetzt, die sich mit Legierungen, die eine Festigkeit von ca. 1.200 MPa und einen E-Modul von 155 GPa besitzen, in der Prototypenphase befinden. Die Pleuelstangen werden geschmiedet und durch Laser-Cracken geteilt. Zielsetzung ist hier der Preis eines Stahlpleuels + 6 bis 9 Euro.

VENTILE

Es werden mit low-cost Sinterprozessen und auch dem PSP Titanventile hergestellt. Konventionelle als auch γ-TiAl-Titanlegierungen werden prozessiert. Funktion und Vorteile von Titanventilen stehen außer Frage. Titanventile sind in einigen Hochleistungsmotoren im Einsatz. Einer weiten Verbreitung steht bisher eher die fehlende industrielle Umsetzung im Weg.

BILD 7 Titan-Pleuelstange hergestellt mittels des Plasma-Verfahrens und Schmieden

BILD 8 Mittels Plasma-Prozess hergestelltes und überdrehtes Titan zur Herstellung von Hochdruck-Dichtringen

TURBOLADER-RÄDER

Für diese Anwendung konkurrieren ALM-Prozesse mit Titan-Feinguss. ALM-Prozesse bieten allerdings den Vorteil der breiteren Legierungswahl und Prozesssicherheit, da einige Legierungselemente beim Feingießen problematisch sein können.

RADNABEN

Radnaben werden aus Titanlegierungen umgesetzt, die eine hohe Festigkeit und ausreichende Bruchdehnung besitzen. Hierbei werden mittels des PSP hergestellt Halbzeuge in Form geschmiedet.

BLECHE

Bleche werden mittels PSP hergestellt, indem Platten als Vormaterial prozessiert werden. Diese Platten können dann warm ausgerollt werden. Es ist denkbar, die Platten endlos herzustellen und in einem Folgeprozess direkt auszurollen. Ein großer Vorteil ist hier, dass die Legierungszusammensetzung nahezu frei wählbar und das Gefüge sehr fein ist. Dadurch können Titanlegierungen mit hoher Warmfestigkeit einfach hergestellt werden, die trotzdem eine sehr hohe Dehnung aufweisen.
Auch durch direktes Rollen von low-cost-Titanpulver in mehreren Schritten können Bleche hergestellt werden. Die bisher hergestellten Bleche zeigen trotz dieses einfachen und sehr kostengünstigen Prozesses gute Eigenschaften.

FEDERN

Federn werden üblicherweise in großen Stückzahlen durch die Verwendung von Draht hergestellt. Übliche Durchmesser für Fahrzeugfedern liegen hier bei 8 bis 16 mm. Die Herstellung solcher Drahtrollen ist mit den neuen Prozessen nicht einfach, da hier bisher keine entsprechende industrielle Prozesskette vorliegt. Deshalb werden diese höchstfesten Titanlegierungen meist als Stabmaterial ausgewalzt. Bei der Herstellung von Federn aus Stabmaterial bleibt viel Verschnitt übrig. Um Titan als Federwerkstoff einer weiten Verbreitung zuzuführen, bedarf es daher noch der Anpassung des Herstellungsprozesses.

PRODUKTE FÜR DIE INDUSTRIE

Der PSP ist für eine Vielzahl von industriellen Produkten interessant. Bauteile, die mit diesem Prozess hergestellt werden, sind im Einsatz für Hochdruck-Industriedichtungen Bild 8. Von Vorteil ist hier der PSP, weil unterschiedlichste Durchmesser in kürzester Lieferzeit ohne eine erforderliche Mindestmenge hergestellt werden können. Aktuelle Untersuchungen finden auch für den Einsatz als sogenannte Offshore Tension Riser statt. Hierbei handelt es sich um Titanrohre mit Flansch an beiden Seiten. Diese Rohre werden in Längen bis zu 6 m hergestellt. Der PSP bietet erhebliche Zeitvorteile und spart bis zu 40 % an Material ein.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG VON TITAN ALS KONSTRUKTIONSWERKSTOFF

Die Verwendung von Titan wird in erheblichem Maße zunehmen, da der Leichtbau an Bedeutung gewinnt. Sowohl im Flugzeug- als auch Automobilbau sind die neuen Herstellungsprozesse von sehr großem Interesse. Die möglichen Kostenreduzierungen sind ein Durchbruch für beide Industrien. Der Umfang neuer Einsatzmöglichkeiten ist noch nicht abzusehen, da sich prinzipiell die Mehrzahl der Stahlbauteile durch Titan substituieren lassen. Für Stahl entwickelte Prozessrouten wie Hydroforming oder die Herstellung von tailored blanks lassen sich genauso für Titan nutzen. Mit der weiteren Verbreitung wird sich auch das Know-how besonders im Automobilsektor für den Einsatz von Titanwerkstoffen vergrößern. Dann lassen sich die neuen low-cost-Prozesse in einem bisher nicht gekannten Maße umsetzen.

Der Autor

DENIS BERGOINT ist Senior Project Manager bei der AMT Advanced Materials Technology GmbH in Bickenbach.