

Prüferbericht – Aufgabe A 2021

Der Prüferbericht enthält die erwartete Antwort sowie eine Erläuterung, warum die Prüfungsaufgabe damit gut gelöst ist und wie sich die Punkte für diese Antwort verteilen. Des Weiteren werden die häufigsten Fehler aufgeführt, und es wird erläutert, welchen Punktabzug es für diese Fehler gab.

Ziel und Inhalt des Prüferberichts

Ziel des vorliegenden Prüferberichts ist es, den Bewerbern die Vorbereitung auf künftige Eignungsprüfungen zu ermöglichen (s. Artikel 6 (6) der Vorschriften über die europäische Eignungsprüfung für zugelassene Vertreter).

1. Übersicht

Die Prüfungsaufgabe betrifft Motoren mit Bauteilen, die bei sehr hohen Temperaturen eingesetzt werden, insbesondere in Gasturbinenmotoren. Es wird erläutert, dass solche Bauteile typischerweise aus einer bestimmten Klasse von Legierungen hergestellt werden, die als Superlegierungen bekannt sind und bei hohen Temperaturen sehr gute Eigenschaften aufweisen. Die Betriebstemperaturen des heißesten Teils des Motors liegen über dem Schmelzpunkt der verwendeten Superlegierungen, weswegen bei der Verwendung von Superlegierungen in diesen Teilen des Motors die Bauteile gegen die sehr hohen Temperaturen geschützt werden müssen. Deshalb sind die Bauteile mit einer wärmedämmenden Schicht aus einem Keramikoxid oder in einigen Fällen mit anderen Kühlmitteln wie Kühlungslöchern versehen.

Im Mandantenschreiben ist die mit diesem Ansatz verbundene **Aufgabe** beschrieben. Die Beschichtung unterliegt thermischer Belastung aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten des Superlegierungssubstrats und des Keramikoxids,

was schließlich zum teilweisen Verlust der Beschichtung führt. Die Lebensdauer des beschichteten Bauteils ist somit nicht ausreichend.

Die Erfindung sieht als **Lösung** für diese Aufgabe eine Keramikoxidschicht vor, die eine säulenförmige Mikrostruktur aufweist. Die Säulen müssen, wie in Absatz [005] erläutert, in einem Winkel von 75° bis 105° zur Oberfläche des Substrats ausgerichtet sein, um die gewünschte Wirkung zu erzielen; somit ist dieses Merkmal für die Erfindung wesentlich.

Die säulenförmige Mikrostruktur ermöglicht es der Keramikoxidschicht, sich beim Erhitzen auszudehnen und beim Abkühlen zusammenzuziehen, wodurch die thermische Belastung verringert wird. Die durch die erfindungsgemäße Beschichtung erreichte Wärmedämmung wird als so gut wie bei herkömmlichen Beschichtungen angegeben.

Im Mandantenschreiben werden drei mögliche Ausführungsformen des beschichteten Motorenbauteils beschrieben.

In der ersten Ausführungsform wird die Keramikoxidschicht direkt auf dem Motorenbauteil abgeschieden. Mit dieser Ausführungsform wird zwar nicht die längstmögliche Lebensdauer erreicht, doch wird sie als vorteilhaft für Flugzeugmotoren angegeben, da sie mit einem geringen Beschichtungsgewicht ausgeführt werden kann.

Die zweite Ausführungsform umfasst eine weitere Zwischenhaftschrift zwischen dem Motorenbauteil und der Keramikoxidschicht mit einem dazwischen liegenden Wärmeausdehnungskoeffizienten. Diese Ausführungsform sorgt für die längste Lebensdauer.

Die dritte Ausführungsform ist eine Turbinenschaufel mit Kühlungsöffnungen, die darüber hinaus gemäß der ersten oder der zweiten Ausführungsform beschichtet ist. Die dritte Ausführungsform sorgt für die beste Wärmedämmung.

In dem Schreiben werden außerdem zwei Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen beschichteten Bauteile beschrieben.

Beim ersten Verfahren wird das Keramikoxid mittels Elektronenstrahlverdampfung abgeschieden. Bei diesem Verfahren kann eine Keramikoxidschicht mit einer säulenförmigen Mikrostruktur direkt auf dem Bauteil abgeschieden werden.

Beim zweiten Verfahren wird ein Keramikoxid auf herkömmliche Weise hergestellt und die säulenförmige Mikrostruktur anschließend mittels eines Lasers ausgebildet. Dieses Verfahren wird als besonders geeignet für die Herstellung von beschichteten Motorenbauteilen mit Kühlungslöchern bezeichnet.

Das erste Verfahren führt angabegemäß nur unter bestimmten Bedingungen zu einer Beschichtung mit der gewünschten säulenförmigen Mikrostruktur. Diese Bedingungen sind daher wesentliche Merkmale eines Anspruchs zum Schutz des ersten Verfahrens.

Im Mandantenschreiben werden zwei Dokumente des Stands der Technik D1 und D2 angeführt.

In Dokument D1 wird ein mit Keramikoxid beschichtetes Motorenbauteil beschrieben und angegeben, dass eine Zwischenschicht die Lebensdauer der Beschichtung verbessern kann. Vor allem wird in diesem Dokument auch festgestellt, dass sich der Begriff Keramikoxid bei der Verwendung für Turbinenbauteile auf verschiedene Materialgruppen beziehen kann und daher unklar ist. In dem Dokument wird eine klare Definition für diesen Begriff vorgeschlagen.

Das Dokument D2 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abscheidung einer Keramikoxidschicht unter Anwendung desselben Verfahrens der Elektronenstrahlverdampfung, wie es im Mandantenschreiben vorgeschlagen wird. Dieses Verfahren wird angewandt, um eine sehr dünne Schicht (ca. 1 Mikrometer)

Zirkoniumoxid mit einer säulenförmigen Mikrostruktur auf einer Turbinenschaufel aus einer Superlegierung abzuscheiden. Diese Schicht wird als Sicherheitsmarkierung verwendet und oft vor der Verwendung des Bauteils entfernt.

In Absatz [007] des Mandantenschreibens wird schließlich auf ein Bauteil eines Busmotors verwiesen, das aus Aluminium mit einer Beschichtung aus Aluminiumoxid (einem Keramikoxid) von säulenförmiger Mikrostruktur besteht. Aus den in der Prüfungsaufgabe enthaltenen Informationen geht nicht hervor, dass dieses Bauteil zum Stand der Technik gehört. Über Aluminiumbauteile heißt es jedoch, dass sie den Bedingungen in Gasturbinenmotoren nicht standhalten; dies belegt, dass sich nicht alle Metalle zur Herstellung von Motorenbauteilen eignen, die bei den sehr hohen Temperaturen verwendet werden können, die für den Mandanten von Interesse sind.

Keines der Dokumente aus dem Stand der Technik legt nahe, dass eine Keramikoxidschicht mit einer säulenförmigen Mikrostruktur die Aufgabe lösen könnte, Motorenbauteile zur Verwendung bei sehr hohen Temperaturen mit einer Beschichtung von längerer Lebensdauer bereitzustellen.

Als nächstliegender Stand der Technik für die Erfindung des Mandanten wird D1 angesehen, da dieses Dokument viele Merkmale mit der in dem Schreiben beschriebenen Erfindung gemeinsam hat und sich mit derselben Aufgabe befasst.

Bei dieser Prüfungsaufgabe waren in erster Linie folgende Aufgaben zu lösen:

1. Abfassen eines Anspruchssatzes, der auf der Grundlage dieses Konzepts optimalen Schutz für alle Aspekte der Erfindung bietet, die für den Mandanten von Interesse sind, und
2. Formulieren von Ansprüchen, die neu gegenüber dem Dokument D2 sind sowie den erforderlichen Schutz verleihen.

2. Erwartete Ansprüche

2.1 Von den Bewerbern wurde erwartet, dass sie einen Anspruch auf ein Motorenbauteil abfassten. Ein solcher Anspruch könnte den folgenden Wortlaut haben:

Motorenbauteil (10, 20), umfassend ein Superlegierungssubstrat (11, 21), das mit einer Keramikoxidschicht (13, 23) mit einer Dicke von mindestens 25 Mikrometern beschichtet ist, wobei das Keramikoxid ein Metalloxid mit einem Schmelzpunkt von über 1600 °C ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramikoxidschicht eine säulenförmige Mikrostruktur aufweist, bei der der Winkel zwischen den Säulen (14a, 14b, 14c, 24a, 24b, 24c) und der Oberfläche des Substrats zwischen 75° und 105° beträgt.

Für diesen Anspruch wurden bis zu **40 Punkte** vergeben. Akzeptabel war auch die Angabe, dass die Keramikoxidschicht Säulen mit Zwischenräumen zwischen den Säulen umfasst, anstelle oder zusätzlich zur Angabe, dass die Schicht eine säulenförmige Mikrostruktur aufweist.

2.2 Von den Bewerbern wurde außerdem erwartet, dass sie einen Ansprüche auf die beiden Verfahren zur Herstellung der beschichteten Motorenbauteile abfassten, die den folgenden Wortlaut haben könnten:

Erstes Verfahren:

Verfahren zur Herstellung des Motorenbauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend das Platzieren des Superlegierungssubstrats zusammen mit einer Quelle für das Keramikoxid in einer Vakuumkammer, das Auspumpen der Vakuumkammer, das Verdampfen des Keramikoxids mittels eines Elektronenstrahls und das Abscheiden einer Beschichtung auf dem Substrat, wobei die Temperatur des Substrats 920 - 1050 °C beträgt.

Für diesen Anspruch wurden bis zu **10 Punkte** vergeben.

Zweites Verfahren:

Verfahren zur Herstellung des Motorenbauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das folgende Schritte umfasst: Abscheiden der Keramikoxidbeschichtung auf einem Superlegierungssubstrat und maschinelle Bearbeitung der Keramikoxidbeschichtung, um eine säulenförmige Mikrostruktur in der Keramikoxidbeschichtung auszubilden.

Für diesen Anspruch wurden bis zu **10 Punkte** vergeben.

3. **Alternative Lösungen**

Akzeptabel war anstelle von zwei separaten unabhängigen Ansprüchen auch die Formulierung eines einzigen unabhängigen Verfahrensanspruchs, der beide Verfahren abdeckt, z. B. mit einer "oder"-Kombination.

4. **Bewertung der unabhängigen Ansprüche**

4.1 Erzeugnisanspruch

4.1.1 Keine Punkte gab es für Ansprüche, die nicht neu waren.

Im oben vorgeschlagenen Anspruch verleiht die Dicke der Beschichtung dem Erzeugnisanspruch Neuheit gegenüber D2. Ein Anspruch, der auf ein mit einem Keramikoxid beschichtetes Motorenbauteil mit säulenförmiger Struktur beliebiger Dicke oder auf eine Beschichtung mit diesen Merkmalen gerichtet ist, ist gegenüber der in D2 offenbarten Sicherheitsbeschichtung nicht neu (es sei denn, die Neuheit wird durch andere Merkmale hergestellt).

Auch ein Anspruch auf ein Motorenbauteil, das sich von demjenigen des Dokuments D2 dadurch unterscheiden soll, dass es bei sehr hohen Temperaturen verwendet werden soll, ohne dass diese definiert werden, wäre nicht neu, da das Bauteil gemäß D2 bei

seiner Herstellung hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Ein Anspruch, der besagt, dass das Bauteil so konfiguriert ist, dass es bei einer Temperatur von mindestens 1600 °C verwendet werden kann, wird als neu erachtet. Über das Motorenbauteil gemäß D2 wird nicht ausgesagt, dass es bei Temperaturen von mindestens 1600 °C verwendet wird, und es hat nur eine sehr dünne Beschichtung, wohingegen laut Absatz [006] typischerweise eine 25-mal so dicke Beschichtung erforderlich wäre, um für eine ausreichende Wärmedämmung zu sorgen. Das Bauteil gemäß D2 gilt daher nicht als für den Einsatz bei Temperaturen von mindestens 1600 °C konfiguriert.

Ein Anspruch, in dem sich das Motorenbauteil von demjenigen des Dokuments D2 dadurch unterscheiden soll, dass das Bauteil "nützlich" ist, ist ebenfalls nicht neu. Auch das Bauteil gemäß Dokument D2 ist nützlich.

Merkmale, die im Anspruch als optional oder bevorzugt bezeichnet wurden, schränken den Schutzzumfang des Anspruchs nicht ein und können keine Neuheit begründen.

Dem Motorenbauteil kann auch gegenüber D2 Neuheit verliehen werden, indem angegeben wird, dass eine Haftschrift vorhanden ist.

4.1.2 Erzeugnisansprüche, die eine oder mehrere der Ausführungsformen ausschließen, führten zum Abzug von **15 Punkten** pro ausgeschlossener Ausführungsform.

Ein Anspruch auf ein Motorenbauteil, bei dem eine Haftschrift vorhanden ist, schließt die Ausführungsform aus, bei der die Beschichtung direkt auf der Superlegierung abgeschieden wird und wurde daher mit maximal **25 Punkten** bewertet. Ein Anspruch, bei dem das Substrat aus Aluminium besteht, schließt alle drei Ausführungsformen des Mandanten aus und wurde mit **0 Punkten** bewertet.

4.1.3 Die Beschränkung der Erzeugnisansprüche auf einen bestimmten Motorentyp (z. B. Turbine) oder auf eine bestimmte Art von Keramikoxid führte für jede Beschränkung zu

10 Punkten Abzug. Im Mandantenschreiben heißt es, dass Motorenbauteile für Turbinenmotoren und Raketenmotoren beschichtet sein können. Aus dem Dokument D1 wird deutlich, dass das Keramikoxid nicht auf das im Mandantenschreiben verwendete Zirkoniumoxid beschränkt ist. Weitere verzichtbare Beschränkungen führten zum Abzug von jeweils **7 Punkten**.

4.1.4 Die Verwendung des unklaren Begriffs "Keramikoxid" im Anspruch ohne Definition des Begriffs führte zu einem Abzug **von 5 Punkten** (2 Punkte Abzug, wenn nur Metalloxid fehlte und 3 Punkte Abzug, wenn nur die Temperatur fehlte).

Ein Anspruch, der sich von dem des Dokuments D2 nur dadurch unterscheiden soll, dass er als bei 1600 °C geeignet konfiguriert war, aber nicht die wesentlichen Merkmale (Dicke, Superlegierung) enthielt, die ihn für diese Verwendung geeignet machten, führte zum Abzug von **20 Punkten** (kein Punktabzug, wenn die wesentlichen Merkmale vorhanden waren). Eine solche Formulierung gilt als unklar, weil die durch das Merkmal implizierten Beschränkungen nicht ohne weiteres bestimmt werden können.

4.1.5 Definiert der Anspruch die Ausrichtung zwischen den Säulen und der Oberfläche nicht, **wurden 10 Punkte** abgezogen. Der Winkel zwischen den Säulen und der Oberfläche wird im Mandantenschreiben als wesentlich zur Erzeugung der Wirkung angegeben. Die Verwendung des Ausdrucks "im Wesentlichen senkrecht" anstelle der Definition der Winkel führte zu einem geringeren Abzug von **7 Punkten** für eine unnötige Beschränkung des Schutzzumfangs (siehe Richtlinien F-IV 4.7.1). War der Bereich in der Beschreibung angegeben, wurden **5 Punkte** für einen Widerspruch zwischen den Ansprüchen und der Beschreibung abgezogen. Der Ausdruck "im Wesentlichen senkrecht" würde gemäß der üblichen Praxis so ausgelegt, dass die Säulen innerhalb des Bereichs von Messfehlern senkrecht ausgerichtet sind. Aus Absatz [005] geht jedoch

hervor, dass der Ausdruck eine andere Bedeutung hat, die daher beansprucht werden muss, damit der Anspruch klar ist.

4.1.6 Die Weglassung der Anforderung, dass es sich bei dem Substrat um eine Superlegierung handelt, führte zu einem Abzug von **5 Punkten**. Die mit den Ansprüchen zu lösende Aufgabe besteht laut Mandantenschreiben nur, wenn Superlegierungssubstrate verwendet werden; somit stützt das Schreiben nur die Verwendung dieses Materials als Substrat. **10 Punkte** wurden ebenfalls abgezogen, wenn eine Mindestdicke der Keramikoxidschicht unter 25 Mikrometer definiert ist. Im Mandantenschreiben wird angegeben, dass eine 25 Mikrometer dicke Schicht vorzuziehen ist, weil sonst keine ausreichende Wärmedämmung erzielt wird (siehe Absatz [006]). Die verfügbaren Informationen werden nicht als Stützung für Dicken angesehen, die deutlich unter diesem Wert liegen. Aus denselben Gründen werden für einen Anspruch, der die Mindestdicke nicht aufweist, aber aufgrund anderer Merkmale (z. B. der Haftschrift) neu ist, **10 Punkte** abgezogen. Eine Mindestdicke von 30 Mikrometern, eine maximale Dicke von 2 Millimetern oder die Beschränkung des Bauteils auf Bauteile der Verbrennungszone (Bauteile der Abgaszone können auch beschichtet werden) gelten als unnötige Beschränkungen und führten zum Abzug von **7 Punkten**.

4.1.7 Weitere Klarheitsmängel führten zum Abzug von jeweils **5 Punkten**. Ein Anspruch auf eine Beschichtung ohne Substrat ist unklar, da sich eine Beschichtung auf einem Substrat befinden muss; somit wurden für einen solchen Anspruch **5 Punkte** abgezogen. Es gab keine Notwendigkeit, die Erzeugnisansprüche als Product-by-Process-Ansprüche zu formulieren, da eine klare Begriffsbestimmung der Erzeugnisse möglich war. Deshalb wurden auch für Product-by-Process-Ansprüche **5 Punkte** abgezogen. Die Beanspruchung eines Bauteils oder nur eines beschichteten Substrats führte zum Abzug

von **2 Punkten**, da das Mandantenschreiben die Erfindung nur angewendet auf Motorenbauteile stützt.

4.1.8 Enthält der eingereichte Anspruchssatz mehrere auf dasselbe Erzeugnis gerichtete unabhängige Erzeugnisansprüche (z. B. zwei unterschiedliche Ansprüche auf Motorenbauteile), die die Erfordernisse der Regel 43 (2) EPÜ nicht erfüllen, so wurde nur der Anspruch, der die geringere Anzahl von Punkten erzielt, gewertet. In gleicher Weise wurde vorgegangen, wenn im selben Anspruch zwei alternative Definitionen des Bauteils enthalten waren. Keine Punkte wurden vergeben oder abgezogen für einen Anspruch auf eine Beschichtung ohne Substrat zusätzlich zu einem Anspruch auf ein beschichtetes Motorenbauteil. Keinen Punktabzug gab es für die Abfassung von Ansprüchen auf bestimmte Bauteile (z. B. Turbinenschaufel) als unabhängige Ansprüche zusätzlich zum unabhängigen Erzeugnisanspruch auf ein Motorenbauteil.

4.1.9 Für einen in der zweiteiligen Form abgefassten unabhängigen Anspruch, bei dem die kennzeichnenden Merkmale fehlerhaft bestimmt waren, wurden **2 Punkte** abgezogen. **1 Punkt** Abzug gab es, wenn keine Bezugszeichen verwendet wurden.

4.2 Verfahrensansprüche

4.2.1 Generell erfolgte bei der Bewertung der Verfahrensansprüche kein doppelter Punktabzug. Merkmale, für die im Erzeugnisanspruch bereits Punkte abgezogen wurden, führten also bei den Verfahrensansprüchen nicht erneut zu Abzügen. Ebenso wenig wurde ein Punktabzug bei einem Verfahrensanspruch auf den anderen Verfahrensanspruch angewendet. Die Ausnahmen von dieser Regel sind nachstehend genannt.

4.2.2 Keine Punkte gibt es für Ansprüche, die nicht neu sind. Einem auf das erste Verfahren gerichteten Anspruch kann es gegenüber D2 an Neuheit fehlen. Damit der Anspruch neu ist, muss in der Regel angegeben werden, dass mit dem Verfahren ein Bauteil gemäß Anspruch 1 erzeugt wird oder dass die Dicke der Schicht mindestens 25 Mikrometer beträgt.

4.2.3 Für einen Anspruch auf das erste Verfahren, dem die wesentlichen zur Bildung einer säulenförmigen Mikrostruktur erforderlichen Merkmale fehlen (Temperatur, Elektronenstrahl), wurden pro fehlendem Merkmal **3 Punkte** abgezogen.

4.2.4 Unnötige Beschränkungen der Ansprüche führten zu einem Abzug **von 3 Punkten** pro Merkmal. Klarheitsmängel führten zum Abzug von bis zu **2 Punkten**.

Beim ersten Verfahren ist die Angabe, dass das Bauteil gedreht wird, nicht notwendig und stellt eine unnötige Beschränkung dar. Ebenso wurde die Temperatur für das Abscheiden der Haftschrift im Mandantenschreiben des Kunden als optional angegeben und war auch für unabhängige Verfahrensansprüche, bei denen eine Haftschrift abgeschieden wird, nicht erforderlich. Daher wurden für jedes dieser Merkmale **3 Punkte** abgezogen.

Die Angabe, dass das Bauteil an einem Halter befestigt wird, der in einer Vakuumkammer platziert ist, die dann ausgepumpt wird, ist in Absatz [009] als Teil des Verfahrens enthalten; daher wurden keine Punkte abgezogen, wenn diese Merkmale vorhanden sind. Das Auslassen der Verwendung des Halters und einer Vakuumkammer war ebenfalls akzeptabel, da diese Schritte bei der Elektronenstrahlverdampfung immer durchgeführt werden und somit impliziert sind.

Beim zweiten Verfahren war es nicht notwendig anzugeben, dass ein Laser zur Ausbildung der säulenförmigen Struktur verwendet oder dass die Schicht mittels Plasmaspritzens ausgebildet wird; derartige Beschränkungen führten zu jeweils

3 Punkten Abzug. Das Verfahren muss jedoch die Beschichtung hervorbringen, die zur Lösung der Aufgabe erforderlich ist; deshalb musste angegeben werden, dass die Säulen einen Winkel von 75 bis 105° zur Oberfläche bilden. Fehlt dieses Merkmal, wurden **4 Punkte** abgezogen (**2 Punkte**, wenn die Säulen im Wesentlichen senkrecht ausgerichtet sind). Die Angabe, dass das Verfahren das Bauteil nach Anspruch 1 bildet, reicht aus, um dieses Erfordernis zu erfüllen.

4.2.5 Bei beiden Verfahren muss eine Beschichtung auf einer Superlegierung abgeschieden werden; ohne diese Einschränkung werden 2 Punkte abgezogen.

4.3 Abhängige Ansprüche

4.3.1 Für die abhängigen Ansprüche wurden bis zu **25 Punkte** vergeben. Bei mehr als 15 Ansprüchen gab es ab dem 16. Anspruch keine Punkte mehr und nur die ersten 15 Ansprüche wurden gewertet. Diese Regel wurde unabhängig von der Nummerierung der Ansprüche angewandt.

Die Ansprüche wurden als Ganzes bewertet, und für unklare Ansprüche oder für falsche Abhängigkeiten wurden gegebenenfalls bis zu **2 Punkte** von der Gesamtpunktzahl abgezogen. Die Punkte für abhängige Ansprüche wurden unabhängig von den Punkten für die unabhängigen Ansprüche vergeben (somit wurden Punkte auch für Ansprüche vergeben, die von einem nicht neuen Erzeugnisanspruch abhängig sind).

4.3.2 War ein einzelner Anspruch auf Merkmal A **oder** Merkmal B gerichtet, so wurden die Punkte nur für das Merkmal vergeben, für das eine höhere Punktzahl zur Verfügung stand. Keine volle Punktzahl wurde vergeben, wenn der abhängige Anspruch stärker eingeschränkt ist als notwendig (z. B. würde ein Anspruch auf eine Haftschrift mit dem bevorzugten Dickenbereich als Anspruch auf eine Haftschrift gewertet, aber es würden nicht alle 4 der für einen solchen Anspruch verfügbaren Punkte vergeben, da der

Anspruch stärker eingeschränkt ist als notwendig). Keine Punkte gab es für optionale Merkmale in einem unabhängigen Anspruch.

4.3.3 Abhängige Ansprüche, die auf folgende Merkmale gerichtet waren, wurden gewertet wie folgt:

Erzeugnis:

Haftschicht (**4 Punkte**)

Zusammensetzung der Haftschicht (**2 Punkte**)

Keramikoxid direkt auf Bauteil (**4 Punkte**)

Dicke der Haftschicht (**1 Punkt**)

Zirkoniumoxid oder Liste der in der Anmeldung und D1 genannten Oxide (**3 Punkte; 1 Punkt** für eine unvollständige Liste, z. B. nur mit den im Schreiben genannten Oxiden ohne die in D1 genannten)

In der Anwendung erwähnte Bauteile (**2 Punkte**)

Turbinenschaufel mit Kühlungsöffnungen (**3 Punkte**)

Maximale Dicke (**1 Punkt**)

Verfahrensansprüche:

Erstes Verfahren

Quelle der Haftschicht

Temperatur für Zirkoniumoxid (**je 1 Punkt**)

Zweites Verfahren

Laser

Plasmaspritzen

Haftschicht (**je 1 Punkt**)

Kühlungsöffnungen durch Laser hergestellt (**2 Punkte**)

4.4 Beschreibung

Von den Bewerbern wurde gemäß Regel 23 (4) ABVEP erwartet, dass sie den einleitenden Teil einer Beschreibung verfassten. Für die Begründung konnten insgesamt **15 Punkte** vergeben werden.

5 Punkte gab es für eine Beschreibung der beiden Dokumente des Stands der Technik. Es wurde eine detaillierte Beschreibung dieser Dokumente erwartet. Hatten Bewerber ihre Ansprüche in der zweiteiligen Form verfasst, war eine kürzere Beschreibung des nächstliegenden Stands der Technik zulässig.

5 Punkte gab es für die Anpassung des Mandantenschreibens an die eingereichten Ansprüche und die Stützung aller Ansprüche. Die verbleibenden **5 Punkte** wurden für die Formulierung der Aufgabe und Erläuterung ihrer Lösung vergeben. Der Unterschied zum nächstliegenden Stand der Technik, Dokument D1, ist die säulenförmige Mikrostruktur. Die technische Wirkung dieses Unterschieds besteht darin, dass die Beschichtung sehr hohen Temperaturen länger standhalten kann; somit kann die Aufgabe als die Bereitstellung eines Bauteils mit einer Beschichtung formuliert werden, die gegenüber den Bedingungen in Turbinen- oder Raketenmotoren widerstandsfähiger ist. Es wurde erwartet, dass in der Beschreibung erläutert wird, wie die säulenförmige Mikrostruktur der Beschichtung in der Lage ist, diese Aufgabe zu lösen. Es wurde auch erwartet, dass in der Beschreibung dargelegt wird, wie die widerstandsfähigere Beschichtung in den verschiedenen Ausführungsformen verwendet werden könnte, um die Lebensdauer des Bauteils zu maximieren, sein Gewicht zu minimieren oder die beste Kühlung zu erzielen. Bei der Stützung der Ansprüche wurde erwartet, dass alle Ansprüche benannt werden. Zusätzliche Vorteile aller beanspruchten Merkmale sollten ebenfalls hervorgehoben werden.

Anlage - Beispiel eines Anspruchssatzes

1. Motorenbauteil (10, 20), umfassend ein Superlegierungssubstrat (11, 21), das mit einer Keramikoxidschicht (13, 23) mit einer Dicke von mindestens 25 Mikrometern beschichtet ist, wobei das Keramikoxid ein Metalloxid mit einem Schmelzpunkt von über 1600 °C ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramikoxidschicht eine säulenförmige Mikrostruktur aufweist, bei der der Winkel zwischen den Säulen (14a, 14b, 14c, 24a, 24b, 24c) und der Oberfläche des Substrats zwischen 75° und 105° beträgt.
2. Motorenbauteil nach Anspruch 1, bei dem eine Haftschrift (12, 22) zwischen der Superlegierung und der Keramikoxidschicht vorhanden ist.
3. Motorenbauteil nach Anspruch 2, bei dem die Haftschrift aus einer Nickel- oder Kobaltlegierung besteht, die 10 - 50 Gew.-% Aluminium enthält.
4. Motorenbauteil nach Anspruch 1, bei dem die Keramikoxidschicht direkt auf dem Substrat abgeschieden wird.
5. Motorenbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Keramikoxid Zirkoniumoxid ist.
6. Motorenbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil eine Turbinenschaufel, die Auskleidung einer Brennkammer oder ein Teil einer Pumpe in einem Raketenmotor ist.
7. Motorenbauteil nach Anspruch 6, bei dem das Bauteil eine Turbinenschaufel (30) mit Kühlungsöffnungen (31a, 31b, 31c) ist.
8. Verfahren zur Herstellung des Motorenbauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend das Platzieren eines Superlegierungssubstrats zusammen mit einer Quelle für das Keramikoxid in einer Vakuumkammer, das Auspumpen der Vakuumkammer, das Verdampfen des Keramikoxids mittels eines

Elektronenstrahls und das Abscheiden einer Beschichtung auf dem Substrat, wobei die Temperatur des Substrats 920 - 1050 °C beträgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem eine Quelle einer Haftschrift auch in der Beschichtungskammer vorhanden ist und der Elektronenstrahl zur Abscheidung einer Haftschrift verwendet wird, bevor die Keramikoxidschicht abgeschieden wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei dem das Keramikoxid Zirkoniumoxid ist und die Temperatur 950 - 1000 °C beträgt.
11. Verfahren zur Herstellung des Motorenbauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das folgende Schritte umfasst: Abscheiden der Keramikoxidbeschichtung auf einem Superlegierungssubstrat, maschinelle Bearbeitung der Keramikoxidbeschichtung, um eine säulenförmige Mikrostruktur in der Keramikoxidbeschichtung auszubilden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem zur maschinellen Bearbeitung der Beschichtung ein Laser verwendet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem das Bauteil eine Turbinenschaufel mit Kühlungsöffnungen ist und der Laser auch zum Bohren der Löcher durch die Wände des Bauteils verwendet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 - 13, bei dem die Beschichtung mittels Plasmaspritzens abgeschieden wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 - 14, bei dem auch eine Haftschrift abgeschieden wird und wobei auch die Haftschrift mittels Plasmaspritzens abgeschieden wird.